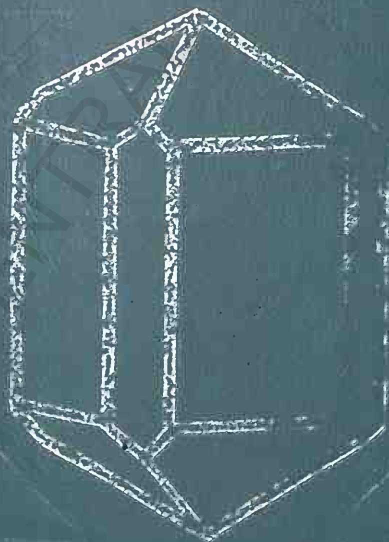
VIRGIL IANOVICI
VICTORIA ȘTIOPOL
EMIL CONSTANTINESCU

MINERALOGIE



EDITURA DIDACTICA ȘI PEDAGOGICA
BUCUREȘTI, 1979

PREFAȚA

Cercetările intense efectuate în prezent pentru descoperirea și punerea în valoare a unor acumulări de substanțe minerale utile, necesare dezvoltării societății umane, impun o cunoaștere complexă a mineralului, atît ca resursă economică nemijlocită, cît și ca informație indispensabilă oricărei activități geologice. Pe de altă parte, în ultimele decenii, prin utilizarea unor metode avansate de investigație, create de tehnica modernă, s-a realizat trecerea Mineralogiei din sfera științelor descriptive în sfera științelor determinative exacte, ale căror obiecte de studiu pot fi măsurate, reproduse și modelate în condiții fizico-chimice controlate.

Se resimțea, deci, necesitatea apariției unei lucrări ample, care, plecînd de la poziția fundamentală a Mineralogiei în cadrul științelor geologice, să sintetizeze progresele obținute și să constituie, prin îmbinarea aspectului informativ cu cel formativ, o bază temeinică pentru toate celelalte discipline ale științei pămîntului.

Această lucrare continuă dealtfel tradiția fertilă a învățămîntului mineralogic românesc și în primul rînd a cursului de „Mineralogie", predat de peste 85 de ani la Universitatea din București, atît în modul de organizare a materialului cît mai ales în spiritul său.

După cum scria Ludovic Mrazec în prefața Cursului general de minerale și roce[1]: „Nu trebuie să uităm că scopul unic urmărit prin învățămîntul mineralogic superior este de a cunoaște mineralele și asociațiile lor, de a cunoaște ocurențele lor, precum și rolul lor în viața economică... importanța acestui curs general de cultură și deosebita sa poziție față de învățămîntul celorlalte discipline reiese din faptul că dezvoltarea civilizației noastre în toate domeniile se reazemă mai ales pe folosirea materiei prime minerale: combustibile, minereuri și minerale utile[2].

Ar fi de neiertat să nu se introducă în învățămîntul superior noțiunile generale care pun în lumină adevărata importanța factorului mineral în viața economică a popoarelor și în progresul civilizației".

Urmînd dezvoltarea acestor idei, manualul a fost structurat corespunzător cerințelor actuale ale învățămîntului geologic universitar, cuprinzînd noțiuni, concepte de bază și fenomene fizico-chimice și geologice caracteristice domeniului mineralogiei și indispensabile pregătirii unor specialiști cu înaltă calificare.

---

[1] Publicat în 1938, în Editura Fondului Universitar Profesor L. Mrazec, București.

[2] În 1911 Ludovic Mrazec efectuînd prima evaluare de acest fel din lume aprecia la 24 miliarde lei anual valoarea producției mondiale miniere, pentru ca în 1929, după același autor, ea să atingă 100 miliarde lei aur, evidențiind cu clarviziune dinamica creșterii necesităților de materii prime și diminuării rezervelor geologice în timp.

În capitolele de mineralogie generală sînt descrise sistematic principalele minerale cunoscute pînă în prezent. Prezența claselor mari de minerale este precedată de evidențierea unor caractere generale, care permit surprinderea relațiilor dintre chimism, structură și proprietăți fizice. Chimismul mineralelor, privit ca un domeniu specializat al chimiei corpului solid, a urmărit corelarea principiilor fizico-chimice cu datele experimentale și observațiile geologice de teren.

O atenție deosebită este acordată prezentării ocurențelor mineralelor din țara noastră, recunoscută pe plan mondial prin valoarea patrimoniului său mineralogic, și a unor ocurențe clasice de pe glob. Răspîndirea mineralelor a fost privită sub aspect genetic. Ca un principiu director s-a considerat că fiecare mineral, fiind o fază în scoarța terestră, constituie un martor, care reflectă condițiile fizice și chimice ce au prezidat formarea sa într-un punct determinat în spațiu și timp; acest principiu explică rolul esențial pe care îl joacă informația mineralogică în toate compartimentele activității geologice.

Partea finală, de mineralogie determinativă, are în esență un caracter aplicativ, cuprinzînd un sistem de tabele, diagrame și figuri, necesare în activitatea practică de investigare a mineralelor prin metode clasice și moderne. Sînt incluse, de asemenea, principalele constante utilizate în calculele privind echilibrele mineralogice și stabilitatea mineralelor.

O atenție deosebită s-a acordat problemelor de nomenclatură. Evidențierea în ultimele decenii a unor specii mineralogice noi din patrimoniul național și necesitățile impuse de dezvoltarea științelor mineralogice au determinat introducerea unui număr sporit de minerale în circuitul didactic și de cercetare. Pe de altă parte, creșterea interesului pentru științele mineralogo-petrografice a condus la utilizarea frecventă a unor termeni de specialitate în reviste de largă circulație, lucrări de popularizare etc. Avînd în vedere că, de multe ori, preluarea acestora se face la întîmplare, iar existența unor forme diferite pentru același mineral poate crea confuzii, denumirile mineralelor descrise în manual sînt stabilite pe baza unor criterii unitare, discutate pe larg în capitolul introductiv. O situație asemănătoare privește existența mai multor modalități de prezentare a datelor de observație și utilizarea unor simboluri diferite în redarea valorilor măsurabile pentru diferite constante optice, structurale sau proprietăți fizice.

Pentru a facilita orientarea studenților și a cititorilor în general în preluarea informațiilor din diferite surse străine, alături de prezentarea sintetică a sistemului de abrevieri și simboluri folosit în acest manual, au fost reproduse schematic și principalele tipuri de notații cristalografice, simboluri și abrevieri ale proprietăților fizice, utilizate în literatura mineralogică universală. Pe această cale lucrarea intenționează astfel să propună un sistem de referință în vederea constituirii unui limbaj mineralogic unitar pe plan național.

Considerăm binevenite eventualele sugestii legate de această problemă, cît și de forma și conținutul manualului. Ținem să mulțumim totodată colegilor din învățămîntul superior sau celor din cercetare care în timpul elaborării lucrării și-au manifestat prin discuții și propuneri interesul pentru tematica abordată.

AUTORII

CUPRINS

Introducere 13
Simboluri şi abrevieri utilizate 22

Elemente native 27

Caractere generale 27
I. Metale 29
A. Grupa aurului 29
B. Grupa platinei 35
C. Grupa newjanskitului 37
D. Grupa fierului şi a mineralelor din meteoriţi 38
II. Semimetale şi nemetale 42
A. Grupa arseniului 42
B. Grupa teluriului 46
C. Grupa sulfului 48
D. Grupa carbonului 51

Sulfuri şi sulfosăruri 55

Caractere generale 55
I. Sulfuri simple şi compuşi similari 63
1. Tipul A_mX_n 63
A. Grupa tetradimitului 63
B. Grupa arseniurilor de cupru 65
2. Tipul A_3X 66
3. Tipul A_2X 66
A. Grupa argentitului 67
B. Grupa calcozinei 70
4. Tipul A_3X_2 72
5. Tipul A_4X_3 73
6. Tipul AX 74
A. Grupa galenei 74
B. Grupa blendei 77
C. Grupa calcopiritei 81
D. Grupa wurtzitului 85
E. Grupa nichelinei 86
F. Grupa covelinei 93
7. Tipul A_3X_4 97
8. Tipul A_2X_3 98
A. Grupa auripigmentului 98
B. Grupa stibinei 99

9. Tipul AX_2 102
A. Grupa piritei 102
B. Grupa cobaltinei 107
C. Grupa löllingitului 110
D. Grupa mispichelului 114
E. Grupa molibdenitului 116
F. Grupa krenneritului 118
10. Tipul AX_3 119
II. Sulfosăruri și compuși similari 121
1. Tipul $A_mB_nX_p$, unde $m+n:p>4:3$ 121
A. Grupa polibazitului 121
B. Grupa argiroditului 123
2. Tipul A_3BX_3 124
A. Grupa sulfosărurilor cu argint 124
B. Grupa tetraedritului 128
3. Tipul A_3BX_4 130
A. Grupa sulvanitului 130
B. Grupa enargitului 131
4. Tipul A_2BX_3 135
A. Grupa bournonitului 135
5. Tipul ABX_2 $A:B\sim1:1$ 139
A. Grupa boulangeritului 139
B. Grupa calcostibitului 141
6. Tipul $A_2B_2X_5$ $A:B\sim1:1$ 143
7. Tipul $A_2B_3X_6$ $A+B:X\sim5:6$ 145
A. Grupa andoritului 145
B. Grupa plagionitului 146
8. Tipul AB_2X_4 $A:B\sim1:2$ 147

Oxizi și hidroxizi 150

Caractere generale 150
I. Oxizii simpli 158
1. Tipul A_2X 158
A. Grupa cupritului 158
2. Tipul AX 162
A. Grupa periclazului 162
B. Grupa zincitului 164
3. Tipul A_3X_4 168
4. Tipul A_2X_3 168
A. Grupa hematitului 168
B. Grupa ilmenitului 173
C. Grupa arsenolitului 175
5. Tipul AX_2 179
A. Grupa rutilului 179
II. Oxizii conținînd zircon, uraniu și thoriu 193
A. Grupa uraninitului 194
III. Hidroxizii și oxizii cu conținut de OH 201
1. Tipul AX_2 201
A. Grupa brucitului 201
B. Grupa lepidocrocitului 204

C. Grupa hidrotalcitului ... 208
D. Grupa sjögrenitului ... 210
2. Tipul AX_3 ... 212
IV. Oxizii multipli ... 215
1. Tipul ABX_2 ... 215
A. Grupa goethitului ... 216
2. Tipul AB_2X_4 ... 220
A. Grupa spinelului ... 221
B. Grupa hausmanitului ... 229
3. Tipul ABX_3 ... 233
4. Tipul A_2BX_5 ... 235
5. Tipul AB_3X_7 ... 236
V. Oxizii multipli cu conţinut în Nb, Ta şi Ti ... 237
1. Tipul ABX_4 ... 237
A. Seria piroclor-microlit $A_2B_2O_6(O, OH, F)$ ... 237
B. Seria fergusonit ABO_4 ... 241
C. Seria stibiotantalit-stibiocolumbit ABO_4 ... 243
2. Tipul $A_mB_nX_p$, m : n de la 2 : 3 pînă la 3 : 5 ... 245
3. Tipul AB_2X_6 ... 246
A. Grupa tapiolitului AB_2O_6 ... 246
B. Grupa euxenit-policraz AB_2O_6 ... 248
C. Grupa columbit-tantalit ... 250
D. Grupa eschinit-priorit AB_2O_6 ... 252
4. Tipul $A_mB_nX_p$, $m:n \leq 1:3$ ... 255

Halogenuri ... 257
Caractere generale ... 257
I. Săruri haloide normale, anhidre şi hidratate ... 262
1. Tipul AX ... 262
A. Grupa sării geme ... 262
2. Tipul AX_2 ... 266
II. Oxisăruri şi hidroxil săruri haloide ... 269
1. Tipul $A_m(O, OH)pXq$ ... 269
III. Săruri haloide complexe, alumino-fluoruri ... 272
1. Tipul $A_mBX_3 \cdot xH_2O$ ... 272
IV. Săruri alumino-fluoruri ... 273
1. Tipul octaedric izolat ... 273

Carbonaţi ... 274
Caractere generale ... 274
I. Carbonaţi acizi ... 277
II. Carbonaţi anhidri normali ... 278
1. Tipul $A(XO_3)$ ... 278
A. Grupa calcitului ... 278
B. Grupa aragonitului ... 292
2. Tipul $AB(XO_3)_2$ ... 299
A. Grupa dolomitului ... 299
III. Carbonaţi normali hidrataţi ... 304
1. Tipul $A(XO_3) \cdot xH_2O$ ... 304
2. Tipul variat de săruri duble hidratate ... 306

IV. Carbonaţi conţinînd grupări oxidril sau halogen 310
1. Tipul $A_m(XO_3)_pZ_q$ 310
2. Tipul $A_mB_n(XO_3)_pZ_q$ 317
V. Diferiţi carbonaţi 321

Nitraţi 323

Caractere generale 323
I. Nitraţi normali anhidri şi hidrataţi 324
1. Tipul $A(XO_3)$ 324
2. Tipul $A(XO_3)_2$ 325
II. Nitraţi cu conţinut de oxidril sau halogen 326

Boraţi 327

Caractere generale 327
I. Boraţi anhidri 329
II. Boraţi hidrataţi 334
III. Boraţi conţinînd oxidril sau halogen 338

Iodaţi 341

Caractere generale 341
I. Iodaţi normali anhidri şi hidrataţi 341
II. Iodaţi conţinînd hidroxil sau halogen 342
III. Compuşi speciali 343

Sulfaţi 344

Caractere generale 344
I. Sulfaţi anhidri acizi şi normali 350
1. Sulfaţi anhidri acizi 350
2. Sulfaţi anhidri normali. Tipul $A_2(XO_4)$ 350
A. Grupa mascagnitului 350
3. Tipul $A(XO_4)$ 353
A. Grupa baritinei 353
4. Tipul $A_mB_n(XO_4)_{10}$ 361
A. Grupa langbeinitului 362
II. Sulfaţi hidrataţi acizi şi normali 362
1. Tipul sulfaţi hidrataţi normali $A_2(XO_4) \cdot xH_2O$ 362
2. Tipul $A_2B(XO_4)_2 \cdot xH_2O$ 363
A. Grupa blöditului 363
B. Grupa picromeritului 364
3. Tipul $A_mB_n(XO_4)_p \cdot xH_2O$, unde $(m+n):p<3:2$ şi $>1:1$ 364
4. Tipul $AB(XO_4)_2 \cdot xH_2O$ 365
A. grupa alaunilor 365
5. Tipul $A(XO_4) \cdot xH_2O$ 366
A. Grupa kieseritului 366
B. Grupa calcantitului 369
C. Grupa hexahidritului 370
D. Grupa melanteritului 370
E. Grupa epsomitului 373
6. Tipul $A_2B(XO_4)_4 \cdot xH_2O$ 375
A. Grupa halotrichitului 375
7. Tipul $A_2(XO_4)_3 \cdot xH_2O$ 376

III. Sulfaţi anhidri cu grupări hidroxil sau halogen 376
1. Tipul $A_m(XO_4)_pZ_q$, unde $m:p>2:1$ 376
2. Tipul $A_2(XO_4)Z_q$ 377
A. Grupa alunitului 378
IV. Sulfaţi hidrataţi cu conţinut în hidroxil sau halogen 380
1. Tipul $A_mB_n(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, unde $(m+n):p>4:1$ 380
A. Grupa connelitului 380
2. Tipul $A_4(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$ 381
3. Tipul $(AB)_2(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$ 382
4. Tipul $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$ 383
5. Tipul $A(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$ 383
A. Grupa copiapitului 384
V. Diferiţi sulfaţi 386
1. Tipul amestec 386
Cromaţi 387
Caractere generale 387
I. Cromaţi anhidri normali 387
1. Tipul $A_2(XO_4)$ 387
2. Tipul $A_2(X_2O_7)$ 388
3. Tipul $A(XO_4)$ 388
II. Diferiţi compuşi cromatici 389
1. Tipul amestec 389
Molibdaţi şi wolframaţi 391
Caractere generale 391
I. Molibdaţi şi wolframaţi anhidri 392
1. Tipul $A(XO_4)$ 392
A. Grupa wolframitului 392
B. Grupa scheelitului 395
C. Grupa wulfenitului 398
II. Molibdaţi şi wolframaţi bazici şi hidrataţi 400
Fosfaţi, arseniaţi şi vanadaţi 402
Caractere generale 402
I. Fosfaţi, arseniaţi, vanadaţi anhidri acizi 411
1. Tipul amestec 411
II. Fosfaţi, arseniaţi, vanadaţi anhidri normali 412
1. Tipul $AB(XO_4)$ 412
A. Grupa trifilitului 412
2. Tipul $A_3B_2(XO_4)_3$ 414
3. Tipul $A_3(XO_4)_2$ 415
4. Tipul $A(XO_4)$ 416
III. Fosfaţi, arseniaţi, vanadaţi hidrataţi acizi 419
1. Tipul $(A_1B)_mH_n[XO]_p \cdot xH_2O$, unde $m+n:p>2:1$ 419
2. Tipul $AH(XO_4) \cdot xH_2O$ 420
IV. Fosfaţi, arseniaţi, vanadaţi hidrataţi normali 420
1. Tipul $AB(XO_4) \cdot xH_2O$ 420
2. Tipul $AB_2(XO_4)_2 \cdot xH_2O$ 421
A. Grupa fairfielditului 422
B. Seria reddingitului 422
C. Grupa vivianitului 423

3. Tipul $A(XO_4) \cdot xH_2O$ ... 428
V. Fosfaţi, arseniaţi, vanadaţi anhidri cu hidroxil sau halogen ... 431
1. Tipul $(A, B)_5(XO_4)_2Z_q$ ... 431
2. Tipul $AB(XO_4)Z_q$ ... 432
3. Tipul $A_2(XO_4)Z_q$ ... 434
A. Grupa triploiditului ... 434
B. Grupa olivenitului ... 435
C. Grupa frondelitului ... 437
4. Tipul $A_5(XO_4)_3Z_q$ ... 438
A. Grupa apatitului ... 438
B. Grupa piromorfitului ... 442
5. Tipul $(A, B)_3(XO_4)_2Z_q$ ... 446
A. Seria lazulitului ... 446
VI. Fosfaţi, arseniaţi, vanadaţi hidrataţi cu hidroxil sau halogeni ... 448
1. Tipul $(A, B)_3(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$ ... 448
2. Tipul $A_2(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$ ... 448
3. Tipul $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$ unde $m : p=2 : 1$ ... 449
4. Tipul $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, unde $m : p=7 : 4$ ... 451
5. Tipul $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$ ... 452
6. Tipul $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, unde $m : p=3 : 2$ ... 453
VII. Fosfaţi, arseniaţi, vanadaţi cu anioni suplimentari ... 457

Silicaţi ... 458

Caractere generale ... 458
Structură şi clasificare ... 459
I. Silicaţi cu grupări tetraedrice izolate de SiO_4 — nezosilicaţi ... 469
A. Grupa olivinei ... 469
B. Grupa zirconului ... 474
C. Grupa willemitului ... 476
D. Grupa granaţilor ... 477
E. Grupa topazului ... 481
F. Grupa silicaţilor de aluminiu ... 482
G. Grupa staurolitului ... 486
H. Grupa sfenului ... 487
II. Silicaţi cu grupări de doi tetraedri de SiO_4 — sorosilicaţi ... 487
III. Silicaţi cu grupe mixte—nezo-sorosilicaţi ... 490
A. Grupa epidotului ... 490
B. Grupa vezuvianului ... 495
C. Grupa melilitului ... 496
IV. Silicaţi cu grupări inelare de 3, 4 şi 6 tetraedri de SiO_4 — ciclosilicaţi ... 496
V. Silicaţi cu tetraedri de SiO_4 legaţi în formă de lanţuri — inosilicaţi ... 505
Grupul inosilicaţilor cu lanţuri simple — piroxeni ... 505
1. Piroxeni rombici ... 507
Seria enstatit—ferosilit ... 507
2. Piroxeni monoclinici ... 509
A. Seria clinoenstatit—clinohipersten ... 509
B. Seria diopsid—hedenbergit ... 510
Grupul inosilicaţilor cu lanţuri duble — amfiboli ... 520
1. Amfiboli rombici ... 522
A. Seria antofilitului ... 522

2. Amfiboli monoclinici 524
A. Seria tremolit-actinot 524
B. Seria cummingtonitului 525
C. Seria hornblendei 527
D. Seria amfibolilor alcalini 533
VI. Silicaţi cu straturi infinite de tetraedri de SiO_4 — filosilicaţi 535
Grupul filosilicaţilor cu straturi hidrargilitice 541
1. Filosilicaţi cu două straturi în structura cristalină 541
A. Grupa kanditelor 541
B. Grupa halloysitului 545
C. Minerale argiloase amorfe 546
2. Filosilicaţi cu trei straturi în structura cristalină 547
A. Grupa smectitelor 547
Grupul filosilicaţilor cu straturi brucitice 552
1. Filosilicaţi cu două straturi în structura cristalină 552
A. Grupa serpentinei 552
B. Grupa palygorskit-sepiolit 555
C. Grupa garnieritului 555
2. Filosilicaţi cu trei straturi în structura cristalină 556
A. Grupa vermiculitului 556
B. Grupa illitului 557
C. Grupa talcului şi pirofilitului 559
D. Grupa micelor 562
E. Grupa stilpnomelanului 578
F. Grupa cloritelor 579
3. Alţi filosilicaţi 585
VII. Silicaţi cu reţele tridimensionale continui de tetraedri $(Al, Si)O_4$ în structurile cristaline — tectosilicaţi 586
A. Grupa mineralelor feldspatice 588
B. Grupa feldspatoizilor 612
C. Grupa scapolitului 622
D. Grupa zeoliţilor 624
E. Grupa mineralelor SiO_2 634

Tabele şi diagrame pentru determinarea mineralelor 643

I. Proprietăţile optice microscopice ale mineralelor 643
1. Operaţiunile de determinare a mineralelor cu microscopul polarizant 643
2. Clasificarea mineralelor după caracterul optic şi sistemul de cristalizare 653
3. Proprietăţile optice microscopice ale principalelor minerale prezentate în funcţie de clasificarea pe clase şi grupe de minerale (mineralogie optică sistematică) 654
4. Identificarea mineralelor în funcţie de variaţia proprietăţilor optice microscopice (mineralogie optică determinativă) 740
A. Proprietăţi optice microscopice examinate în lumină transparentă 741
Conturul şi habitusul mineralelor 741
Clivajul mineralelor 745
Culoarea mineralelor 746
Indicii de refracţie ai mineralelor 747
Birefringenţa mineralelor 752

Caracterul optic al mineralelor (izotrop, uniax, biax) 754
Unghiul axelor optice 758
Macle 760
B. Proprietăţi optice examinate în lumină reflectată 761
Capacitatea de reflexie a mineralelor 761
Microdurirarea mineralelor (V_{nh}) 763
Culoarea mineralelor opace 766
Reflexele interne ale mineralelor opace 767
Izotropia şi anizotropia mineralelor opace 768
II. Proprietăţile fizice (macroscopice) ale mineralelor 770
Greutatea specifică a mineralelor 770
Duritatea (Mohs) mineralelor 771
Magnetismul mineralelor 773
Luciul şi culoarea macroscopică a mineralelor 774
Habitusul mineralelor 776
III. Constantele termice ale mineralelor 778
Punctele de topire ale mineralelor 778
Temperaturile de disociere şi descompunere ale mineralelor 779
Temperaturile de dezamestec ale mineralelor 780
Punctele de inversiune a mineralelor 781
Temperaturile la care mineralele prezintă termoluminiscenţă 782
Temperaturile de recristalizare a mineralelor metamictice 783
IV. Constantele structurale ale mineralelor 789
Valorile parametrilor „d“ şi „i“ calculate pe baza analizelor prin difracţia razelor X 789
V. Constantele termodinamice ale mineralelor 792
Entalpiile de formare (Hf) a mineralelor 792
Entropiile şi volumele molare ale mineralelor 794
VI. Alte proprietăţi ale mineralelor 795
Solubilitatea mineralelor în acid clorhidric 795
Conţinutul în metal al principalelor minerale 795
BIBLIOGRAFIE 802
INDEX DE MINERALE 815

INTRODUCERE

Conceptul de mineral. Formularea noţiunii de mineral este dificilă datorită unor controverse privind sfera acesteia.

Cei mai mulţi mineralogi consideră „bona fide“ ca minerale *substanţele anorganice formate pe cale naturală care au compoziţie chimică definită şi sînt solide cristalizate omogen.*

Nu toţi specialiştii sînt de acord cu *limitele stricte* ale acestei definiţii, fapt care va fi adoptat, în linii mari, şi de această lucrare. Aceasta impune o serie de precizări asupra unora din termenii implicaţi.

Astfel, calificativul de o c u r e n ţ ă n a t u r a l ă, cuprins în definiţie, presupune o discriminare faţă de produşii sintetici, fapt ce prezintă un interes deosebit în prezent, cînd cea mai mare parte a mineralelor pot fi obţinute în laborator. După cum remarcau însă cu subtilitate Mason şi Berry (1968), substanţele care s-au format în mod natural pe baza unor produse ale activităţii umane vor fi totuşi considerate minerale. Un exemplu sugestiv ilustrează această idee: în timpul secolelor 4 şi 5 î.e.n., zgurile rezultate din exploatarea zăcămintelor de plumb de la Laurium, un orăşel de coastă situat la cîţiva kilometri sud de Atena, au fost aruncate în mare. În secolul al XIX-lea cînd a fost reluată exploatarea zgurilor au fost găsite în cavităţile acestora cristale de oxicloruri de plumb formate prin acţiunea îndelungată a apei de mare asupra componenţilor zgurei. În opinia autorilor citaţi componenţii zgurei nu vor fi deci consideraţi minerale, dar oxiclorurile de plumb, da.

De asemenea, calificativul de s o l i d o m o g e n arată că mineralul constă dintr-o singură fază solidă constituită din acelaşi fel de material. Cerinţa ca mineralele să fie solide elimină din cîmpul mineralelor, lichidele şi gazele. În unele cazuri distincţia poate fi arbitrară considerînd gheaţa ca mineral, iar apa nu. În aceeaşi situaţie se află şi mercurul nativ, lichid la temperatură ordinară, dar solid la —39°C. Unii mineralogi consideră inoportună această restricţie şi cer includerea apei şi a mercurului nativ, care apare intim asociat cu cinabrul într-o serie de zăcăminte, în rîndul mineralelor; acest punct de vedere este împărtăşit şi de această lucrare.

Pe de altă parte, caracteristica de s u b s t a n ţ ă a n o r g a n i c ă, pe care trebuie să o îndeplinească un mineral, aşa cum rezultă din definiţie, elimină din cîmpul mineralelor, substanţele omogene produse de plante şi animale. Astfel, învelişul animalelor inferioare constituit din carbonat de calciu, identic din punctul de vedere al caracterelor chimice şi fizice cu aragonitul, nu este considerat de unii autori mineral. În aceeaşi situaţie se află şi solidele omogene care se acumulează sub formă de „pietre“ în diferite organe interne ale corpului uman. Alţi autori preferă însă să vorbească chiar de o „mineralogie medicală“, iar Mason şi Berry evocă celebrele „pietre“ ale unui

amiral suedez din sec. al XVII-lea expuse la galeria mineralelor din Riksmuseum de la Stockholm. Dacă în privința acestor produse organice discuția are o semnificație mai redusă, ea capătă relief cînd privește substanțele energetice: cărbunii, petrolul, gazele naturale, cuprinse de mulți autori contemporani în rîndul mineralelor și incluse tradițional în clasificarea mineralelor de autorii clasici.

În sistematica prezentată în acest manual, aceste substanțe nu sînt incluse pe considerentul că ele pot fi mai profitabil tratate în cadrul unor cursuri privind, în ansamblu, combustibilii minerali, dar ținem să precizăm, în contextul opiniei unor autori, care consideră global cărbunii și petrolul ca minerale, că ele nu reprezintă substanțe omogene ci asociații de faze cu proprietăți bine definite.

În sfîrșit, cerința existenței unei compoziții chimice definite sugerează că mineralul este un compus caracterizat printr-o formulă chimică. Formulele mineralelor pot fi simple sau complexe, depinzînd de numărul elementelor prezente și de proporția în care sînt combinate. Este important să se facă deosebirea între o compoziție chimică definită și o compoziție chimică fixă. Foarte multe minerale pot varia în compoziție, ea nefiind deci fixă, dar această variație are loc în limite definite.

Denumirile mineralelor. Specificul mineralogiei ca știință determinativă, care impune necesitatea unei comunicări clare a rezultatelor analitice, a determinat o preocupare intensă a mineralogilor pentru asigurarea unor denumiri comune și unanim acceptate ale mineralelor, cît și a unei ortografii, pe cît se poate, similare, pentru a se limita posibilitățile de confuzie.

Numărul mare de minerale pe care dezvoltarea științelor mineralogice l-a introdus în ultimele decenii în circuitul informațional, a impus crearea unei „Comisii pentru minerale noi și denumiri de minerale" pe lîngă Asociația Mineralogică Internațională (IMA)[1], care decide asupra creării de specii minerale noi și asupra denumirii acestora, listele cu mineralele noi, acceptate sau respinse, fiind publicate periodic, în principalele reviste de specialitate. (Aceleași reviste publică periodic liste cu denumiri de minerale discreditate).

Trebuie menționat că formarea terminologiei în Mineralogie, ca și în alte științe, a avut un caracter istoric, unele nume de minerale, cu o vechime considerabilă, provenind din antichitatea greacă, latină, arabă (cinabru = χίνυάβαςίγ; gips = γηψος) sau din mineritul evului mediu, în special german (cuarț, blendă, feldspat).

Modul de formare a denumirii mineralelor este însă diferit de cel utilizat în alte domenii ale științelor naturii (zoologie, botanică).

Numele mineralelor a derivat inițial de la proprietățile lor fizice, reușind să ofere din primul moment o informație revelatoare asupra unei particularități a lor. Numeroase cuvinte din limbile greacă și latină sau, mai rar, din arabă sau germană marchează astfel unele caracteristici privind: **culoarea:** albit —albus (latină) =alb—, melanit — melas (greacă) =negru—, rodonit —rhodos (greacă) =roșu—, azurit — azul (arabă) =albastru—, spodumen —spodios (greacă) =cenușiu—; **clivajul:** ortoclaz (δρνδς — dreptunghiular, κλάω — a îmbucătății); **habitusul:** sfen (δφήυ — pană), actinot (actinos, radiar); **greutatea specifică:** baritină (barys (greacă) =greu); **duritatea:** disten (di =doi, stenos (greacă) =rezistent). Unele sufixe întîlnite în componența numelui unui

[1] Commission on New Minerals and Mineral Names — C.N.M.M.N.-I.M.A.

număr mare de minerale, ca: „claz“ —klasis (greacă)=fractură— și „spat“ (germană)=crăpătură indică, de asemenea, un clivaj bun sau altele, ca „filos“ (de la grecescul „phyllou“ =frunză) — un aspect foios.

O serie de denumiri provin de la compoziția chimică: polihalit (πολὺς= mult, ἅλς= sare), calcit ($CaCO_3$), cuprit (Cu_2O), zincit (ZnO), boronatrocalcit (NaCa)[B_2(O, OH)a] ·8 H_2O etc.

Multe denumiri își au sorgintea în numele localităților sau ținuturilor unde au fost descoperite inițial: vezuvian de la Vezuv; andaluzit — Andalucia (Spania); aragonit — Aragon; muscovit — Moscova; lotrit — Munții Lotru (România); nagyagit — Nagyag (Săcărîmb, România); botesit — Boteș (România), ardealit — provincia istorică Ardeal (România); szaskait — Sasca Montană (Banat, România), monsmedit — Mons Medius (vechea denumire latină a Dealului Minei, Baia Sprie, România) etc.

Din timpul lui Werner s-a introdus obiceiul de a se dedica mineralele nou descoperite unor mineralogi și cristalografi cunoscuți. Astfel, wernerit de la Werner; wollastonit — Wollaston; mrazecit — L. Mrazec; murgocit — G. Murgoci. De asemenea unor colecționari renumiți sau unor mari oameni de cultură și știință: goethit de la Goethe. Foarte rar, este drept, se cunosc și cazuri în care nume de minerale au fost dedicate unor personalități politice, roosweltit de la F. D. Rooswelt, sau de notorietate, gagarinit de la I. Gagarin.

Cîteva principii[1] s-au impus însă cu timpul în denumirea mineralelor:

— renunțarea, urmînd propunerii lui Schaller (1930), la denumiri proprii pentru varietăți determinate de variații chimice relativ minore, acestea fiind considerate ca deviații de la o compoziție principală și particularizate printr-un prefix adjectival: *„argentian tetrahedril“* (tetraedritul argentifer) înlocuiește, astfel, *freibergitul.* Prin adoptarea acestei propuneri a fost revizuit un mare număr de minerale cunoscute (Palache et al. 1963), iar prin aplicarea riguroasă a acestui principiu de către CNMMN și IMA s-a ajuns la o substanțială diminuare a numărului mineralelor noi, acceptate;

— preferința pentru denumiri provenind de la numele unor personalități științifice și mai rar din nume de localități;

— impunerea terminației în it (ite în engleză, franceză).

Numele mineralelor în limba română. Denumirile uzuale ale mineralelor în limba română sînt aproape în totalitate neologisme, intrate în limbă în diferite perioade prin naturalizare, un rol important avîndu-l personalitățile, respectiv instituțiile, care au efectuat oficiul de informator și fixator al termenilor.

În țara noastră acest rol l-au îndeplinit Catedrele de Mineralogie de la Universitățile din București, Iași și Cluj, Institutul Geologic și Academia Română. Răspîndirea denumirilor de minerale s-a realizat în primul rînd prin cursurile de Mineralogie ale lui Ludovic Mrazec (Universitatea din București), V. Buțureanu (Universitatea din Iași), V. Stanciu (Universitatea din Cluj), precum și prin publicațiile Institutului Geologic. Dintre lucrările de referință publicate în ultimii 25 de ani se remarcă cele semnate de Al. Codarcea (1951), D. Rădulescu, R. Dimitrescu (1965), D. Giușcă (1974), L. Pavelescu (1966), Gh. Mastacan, I. Mastacan (1976).

---

[1] Totalitatea mineralelor aprobate de Comisia internațională după 1960 respectă aceste principii.

Transcrierea denumirilor străine de minerale în limba română. Pentru asigurarea unei comunicări mai lesnicioase în majoritatea limbilor care folosesc alfabetul latin (engleza, franceza, germana etc.), la toate denumirile mineralelor care s-au format pe baza unor cuvinte din limbile greacă și latină s-a păstrat ortografia originală[1], de exemplu: pyrophyllite, chalcopyrite etc. Denumirile care provin de la nume de localități sau personalități se scriu tot conform grafiei originale, cu respectarea regulilor de transliterație existente în fiecare țară.

În limba rusă se aplică principiul transcrierii fonetice a denumirilor tuturor mineralelor.

În limba română în transliterarea numelor de minerale se aplică ca regulă principiul fonetic, cu excepția denumirilor ce provin de la nume de persoane și localități, care se scriu conform ortografiei originale.

Astfel se vor transcrie fonetic toate denumirile ce provin din limbile greacă sau latină (semnificînd, în general, diferite proprietăți ale mineralelor). De aceea, se va scrie antofilit, pirofilit, crisotil, clorit, rodocrozit, sfen și nu anthophyllit, chrysotil, chlorit, rhodocrozit, sphen. În schimb se va scrie goethit și phyllipsit și nu ghetit sau filipsit.

Menționăm că în toate cazurile de transliterare se renunță la „e-ul" final din „ite" utilizat în limbile franceză, engleză etc. Pentru cazurile de dubiu asupra originii numelui la mineralele mai rare se recomandă ca referințe lucrările lui Palache et al. (1963) sau Deer et al. (1965).

Terminația la numele mineralelor. Respectînd tendința majoritară pe plan internațional considerăm preferabilă terminația în „it". Genul mineralelor cu această terminație este masculin sau, după caz, neutru.

Se observă însă că în literatura română de specialitate, precum și în unele lucrări adresate publicului larg (Opriș T., 1974) se preferă, ca urmare a unei tradiții fixate de Gh. Murgoci, terminația „ită", ex.: calcită, magnetită, piroluzită. Propunem renunțarea la terminația „ită" pentru aceste cazuri.

Se poate discuta, însă, dacă forma masculină (neutră) se va aplica riguros la toate cazurile terminate în „it" sau dacă este cazul a se lua în considerație cîteva excepții datorită fixării lor în limbă (ex. pirită, calcopirită). Pentru uniformitate recomandăm generalizarea formei masculine (neutre), deși în lucrare se mai folosesc vechile forme feminine intrate în uz.

Mineralele al căror nume nu se termină în „it" au fost considerate ca excepții și divizate în mai multe subgrupe:

a) minerale terminate în „ină", terminație provenită din franceză, în general bine fixate în limbă și care își păstrează terminația. Pentru o parte din acestea există în literatura internațională termeni corespunzători terminați în „it", de ex. pentru pirotină, cobaltină, baritină, silvină există termenii pirotit, cobaltit, barit, silvit; pentru altele nu, de ex. la nichelină termenul corespunzător este nicolit și la calcozină, calcocit;

b) minerale cu terminații diferite, dar bine fixate în limbă, de ex. ortoză sau galenă.

c) minerale la care circulă două denumiri cu răspîndire aproximativ egală, de ex. blendă / sfalerit; oligist / specularit.

---

[1]) cu excepția sulfului, care în limba engleză se scrie „sulfur" și nu „sulphur".

În general, pentru grupele a, b și c se poate lua în considerare alcătuirea, în perspectivă, a unei liste în care să fie înregistrate mineralele cu terminație discutabilă în vederea luării unei decizii prin consens.

Un caz special îl constituie transcrierea numelui varietăților minerale din limba engleză. În limba engleză denumirea varietăților se face cu ajutorul unui prefix adjectival care desemnează elementul chimic cel mai abundent după constituentul principal al speciei. De ex. argentian tetrahedrite sau uranian pyrochlore. În limba română adjectivul urmează substantivul și va avea terminația „fer". Se va scrie astfel: tetraedrit argentifer și piroclor uranifer.

Clasificarea mineralelor. Unitatea fundamentală în mineralogie este *mineralul*, considerat ca specie. Numărul exact al speciilor identificate depinde de definiția adoptată și de interpretarea ei, dar majoritatea autorilor este de acord, că numărul acestora poate fi stabilit la circa 2 500 minerale, numărul varietăților fiind însă în jur de patru ori mai mare. Numărul speciilor cunoscute crește dealtfel continuu prin descoperirea și identificarea unor specii noi cu o rată apreciată a fi în jur de 40 minerale anual (Mason, Berry, 1968).

Repartizînd numărul total de specii minerale cunoscute pe clase de minerale rezultă următoarele proporții: silicați 25,8%, fosfați 17,5%, sulfuri 13,3%, oxizi-hidroxizi 12,4%, sulfați 8,4%, halogenuri 5,8%, carbonați 4,5%, elemente native 3,3%, borați 2,9%. Din punctul de vedere, însă, al gradului de participare la compoziția scoarței terestre, clarkurile calculate pentru diferite clase de minerale sînt, după Fersman (1953), următoarele: silicați 81% (55% feldspați, 11% silice), oxizi-hidroxizi 14%, carbonați 0,7%, fosfați 0,7%, halogenuri 0,5%, sulfuri și sulfați 0,3–0,4% și elemente native 0,1%, putîndu-se aprecia că dintre speciile minerale numai circa 100 prezintă o răspîndire însemnată în scoarța terestră.

Trebuie arătat de la bun început că, avînd în vedere specificul mineralogiei între celelalte științe ale naturii, o clasificare perfectă nu este posibilă, datorită variabilității și complexității reale din natură dar, în același timp, că utilitatea ei este ferm argumentată de necesitatea existenței unor repere pentru abordarea studiului mineralelor, atît de către începători cît și de cercetători avizați. În studiul mineralelor nu se poate utiliza o clasificație bazată pe principiile utilizate în științele biologice, unde caracterele biologice și motivele genetice unesc indivizii în genuri și familii, în ordine și clase. În regnul mineral factorul genetic nu poate servi ca o bază de clasificație convenabilă, deoarece mineralele cele mai diferite, din punctul de vedere al compoziției chimice, se pot forma în același timp și pe aceeași cale; pe de altă parte, același mineral poate lua naștere în procese din cele mai felurite, ocurențele și paragenezele posibile ale unui mineral fiind adesea foarte variate.

Pentru a sistematiza mineralele este deci necesar a stabili o metodică de clasificare, care să permită evidențierea unor criterii de grupare a mineralelor asemănătoare și de separare a celor diferite. Încă din anul 1774, celebrul mineralog german Abraham Gottlob Werner considera că: „... principalele obiective pentru mineralogie sînt stabilirea unui sistem de clasificare ideal și găsirea unor metode mai bune de identificare a mineralelor" (Adams, 1938).

Așa cum relevă citatul prezentat, Werner a intuit impactul pe care perfecționarea metodelor de investigație l-a avut ulterior asupra progreselor

sistematicii, reflectîndu-se astfel relaţia strînsă dintre clasificarea mineralogică şi gradul de cunoaştere a mineralelor.

Evoluţia metodelor analitice şi progresele realizate în sistematica mineralogică

Metode analitice utilizate	Progrese realizate în gradul de cunoaştere	Perioade în dezvoltarea ştiinţelor mineralogice
1	2	3
I. Observaţii empirice	Clasificarea pe baza proprietăţilor fizice	Empirică
II. Măsurători cristalografice	Clasificarea pe baze cristalografice	Cristalografică
III. Analiză chimică (gravimetric, volumetric)	Clasificarea pe baze chimice	Chimico-mineralogică
IV. Microscopie în lumină polarizată	Clasificarea pe baze mineralogice	
V. Roentgenometric clasică	Clasificarea pe baze structurale	Cristalo-chimică
VI. Metode fizice moderne (difracţie electronică, microsondă electronică, spectroscopie I. R., Mössbauer)	Clasificări de detaliu pe baza structurii interne	Chimico-structurală
VII. Mineralogie experimentală	Cunoaşterea condiţiilor de formare şi stabilitate a mineralelor	

După primele clasificaţii empirice bazate pe proprietăţile fizice macroscopice ale mineralelor (Plinius — sec. I e.n.), clasificaţiile mai ample, apărute în secolul al XVIII-lea, au căutat, în lipsa unor cunoştinţe asupra chimismului, puncte de sprijin în argumente asemănătoare acelora utilizate în sistematica zoologică şi botanică.

Această direcţie a purtat amprenta marii influenţe a lui Charles Linné (1707—1778), care a dat o sistematică a mineralelor după aceleaşi principii utilizate în celebra sa clasificare a plantelor şi animalelor.

Abraham Gottlob Werner (1749—1817) separă Oryktonosia (Mineralogia) de Geognosie (Geologie) şi în clasificarea publicată în ultima formă de J. K. Freisleben în 1817, după moartea sa, împarte mineralele în patru mari clase. Prima clasă — fosilele pămîntoase — este împărţită în 7 genuri printre care genul diamantului, genul silicei (cuprinzînd cuarţul, silicaţii, spinelul), genul calcarului (cu carbonaţii de calciu şi magneziu, sulfaţi, fosfaţi etc.). În clasa a II-a — sărurile fosile — intră restul carbonaţilor, nitraţii, clorurile. În clasa a treia — fosilele combustibile — sînt incluse sulful, răşinele, grafitul, cărbunii. În clasa a patra — fosilele metalice — sînt 20 de genuri, printre care sulfuri, cromaţi etc.

Sistemul binomial este aplicat și de James D. Dana (1813—1895) în prima (1837) și a doua ediție (1844) a tratatului său „The System of Mineralogy", în care spre exemplu genul *Baralus* include *B. ponderosus* (baritina), *B. prismaticus* (celestina), *B. fusiles* (witheritul) și *B. rubefaciens* (stronțianitul).

Clasificația mineralogică a celebrului chimist suedez Jean Jaques Berzelius (1779—1848) consideră mineralogia ca o parte a chimiei și împarte mineralele în corpuri anorganice și organice, subîmpărțirile fiind efectuate, în continuare, pe criterii pur chimice. Deși absolutizează criteriul chimic această clasificare constituie primul pas către o sistematică corespunzătoare principiilor fundamentale ale științei mineralogice.

În 1868, James D. Dana, publicînd ediția a V-a a tratatului său de mineralogie, părăsește principiile anterioare care conduseseră la apariția unui număr nesfîrșit de grupuri și familii nejustificabile științific și arată în prefață că pentru caracterizarea unui mineral trebuie utilizate în primul rînd caracterele sale chimice, apoi cele cristalografice și proprietățile fizice. În 1892, fiul său Edward Salisbury Dana dă ultima formă a clasificării care a îndrumat sistematica mineralelor pe drumul ei actual: I — Elemente native, II — Sulfuri, telururi etc., III — Sulfosăruri, IV — Haloizi, V — Oxizi, VI — Săruri oxigenate, VII — Săruri organice.

Dintre celelalte clasificații mai cunoscute care urmează în general cadrul desemnat de Dana cităm clasificarea lui Gustav Tschermak (1836—1929), profesor la Universitatea din Viena:

I. Metale și metaloizi; II. Lamprite (compușii metalelor cu sulf, selen, telur, arsen, stibiu și bismut); III. Oxizi în genere; IV. Spinelizi (săruri corespunzătoare anionilor derivați de la elementele coloanei a III-a din sistemul periodic — borați, aluminați etc.; V. Silicoizi (sărurile oxigenate ale acizilor, derivate din elementele coloanei a IV-a — carbonați, silicați etc.; VI. Nitroizi (ibid., coloana a V-a — fosfați, cromați etc.); VII. Gipsoizi (ibid., coloana a VI-a — sulfați, cromați etc.); VIII. Halite (săruri libere de oxigen cu elemente din coloana a VII-a — cloruri etc.); IX. Antracide (compușii carbonului cu hidrogen sau cu hidrogen și oxigen: cărbuni, rășine, bitumine).

De asemenea, clasificarea propusă de F. Klockmann, profesor la Aachen:

I. Elemente; II. Sulfuri și compuși înrudiți; III. Oxizi, hidroxizi; IV. Săruri haloide; V. Săruri oxigenate (fără silicați); VI. Silicați; VII. Compuși organici.

Dintre clasificările utilizate în învățămîntul mineralogic românesc reproducem sistemul cu 4 clase al profesorului V. C. Buțureanu de la Universitatea din Iași, introdus în partea a treia a cursului de Mineralogie publicat în 1928: I. Elemente; II. Compuși binari; III. Săruri; IV. Compuși organici, precum și sistemul în 6 clase al profesorului Ludovic Mrazec: I. Elemente; II. Sulfuri și compuși înrudiți; III. Săruri haloide; IV. Oxizi; V. Săruri oxigenate; VI. Compuși organici, publicat în partea a II-a a Cursului general de minerale și roce (1943), în care face și o admirabilă sinteză a evoluției în timp a sistematicii mineralogice.

În clasificarea adoptată în acest manual mineralele sînt împărțite în opt diviziuni majore considerate clase:

I. Elemente native; II. Sulfuri și sulfosăruri; III. Oxizi-hidroxizi; IV. Halogenuri; V. Carbonați, nitrați, borați, iodați; VI. Sulfați, cromați, molibdați, wolframați; VII. Fosfați, arseniați, vanadați; VIII. Silicați.

Această clasificare acceptată de majoritatea cercetătorilor moderni, Palache et al. (1963), Ramdohr, Strunz (1967) Deer et al. (1963), Betehtin (1953), Trogger (1962) etc., se bazează pe criterii chimico-structurale, preluînd principiile clasificării chimice în termenii structurii cristalului.

Elementele native includ, astfel, metale (cu rețele metalice), ca și semimetale și metaloizi (cu rețele covalente). *Sulfurile* includ unii componenți

cu rețele metalice, în majoritate compuși cu rețele covalente și foarte puțini compuși cu rețele ionice.

În următoarele clase, practic, aproape toate mineralele au rețele ionice, variind însă forța legăturilor ionice dintre particulele constitutive. La oxizi-hidroxizi și halogenuri, structura (izodesmică) este determinată exclusiv de raportul geometric al particulelor constitutive, pe cînd în celelalte clase se remarcă apariția în structură a unor grupări ionice complexe (radicali) de tipul: XO_3 — carbonați, nitrați, borați; SO_4 — sulfați; PO_4 — fosfați și gruparea complexă SiO_4 la silicați.

Clasele individualizate astfel se divid în *subclase*, urmînd criteriile menționate. Astfel, clasa I — *Elemente native* se divide în două subclase: metale și respectiv semimetale și metaloizi, iar clasa a VIII-a *Silicați* se divide în subclasele: nezosilicați, sorosilicați, nezo-sorosilicați, ciclosilicați, inosilicați, filosilicați și tectosilicați, după modul de asociere în structură al tetraedrilor de SiO_4.

În cadrul claselor și subclaselor se separă o serie de diviziuni care includ minerale legate chimic și structural, cum sînt *grupurile* (ex. grupul feldspaților, grupul piroxenilor sau grupul amfibolilor la silicați) sau *tipurile* (la sulfuri, halogenuri, oxizi).

În cadrul sulfurilor și oxizilor tipurile sînt aranjate în clasificare în ordinea descreșterii raportului A : X[1], astfel că principalele sulfuri metalice sînt plasate la începutul clasei sulfurilor, iar cupritul este așezat primul, între oxizii simpli. La oxizii multipli (ex. spinelii) sau sulfurile multiple (sulfosăruri), aranjamentul este dat în primul rînd de raportul A+B : X și apoi de ordinea descrescîndă a raportului A : B.

În cadrul tipurilor se separă *grupe* care conțin în mod uzual minerale cu structură asemănătoare. Astfel, în tipul AX la sulfuri, grupa galenei conține: galena PbS, clausthalitul PbSe și altaitul PbTe, cu structură cub, cu fețe centrate, iar grupa blendei: metacinabarit (Hg, Fe, Zn)S, tiemanit (Hg Se) și coloradoit (Hg Te) cu structura cubic polară.

Formarea grupelor nu poate fi redusă însă, doar la criteriul structurii. Astfel, tipul Am Xn arată adesea în diferite clase similitudini geometrice și structurale, atunci cînd raportul A : X este asemănător. Halitul, de exemplu, unde A=Na și X=Cl, este similar în structură cu galena, unde A=Pb și X=S și cu periclazul, unde A=Mg și X=O. Totuși, din punct de vedere mineralogic, ele sînt minerale net diferite și nu pot fi plasate împreună într-o clasificare, aceasta fiind și rațiunea subordonării diviziunii în tipuri, diviziunii în clase. La baza constituirii grupelor de minerale stau pe lîngă asemănările privind structura și asemănările privind caracterele chimice și fizice. În general, s-a căzut de acord, prin consens, că ori de cîte ori caracteristicile unor minerale, aparținînd aceluiași tip, pot fi profitabil discutate împreună, ele să formeze o grupă de minerale.

Grupele se divid în *serii* sau *specii*, în funcție de variabilitatea în compoziția chimică. Astfel, grupa zeoliților conține un număr de specii individuale, cu variabilitate limitată, pe cînd grupa olivinei sau a plagioclazilor formează o serie cu variabilitate compozițională continuă.

---

[1]) A (și B) reprezintă ioni pozitivi (cationi) sau atomi electropozitivi, iar X reprezintă ioni negativi (anioni) sau atomi electronegativi.

Seriile se divid în termeni care pot fi considerați *specii individuale* (ex. seria plagioclazilor cu speciile albit, oligoclaz, andezin, labradorit, bytownit, anortit) sau *subspecii*, în acest caz, de exemplu, albitul fiind o subspecie a speciei plagioclaz. Limitele care separă diferiții termeni ai unei serii sînt arbitrare. Fixarea acestor limite este desigur, ca în orice clasificație, afectată de paradoxul lui Eubulide[1], dar cum separarea unor termeni în aceste serii implică o deosebită semnificație petrogenetică (ex. la olivine, piroxeni, amfiboli, mice, plagioclazi etc.), ele s-au dovedit deosebit de utile, atît în cercetare cît și în practica curentă.

Se poate aprecia, astfel, că sistematica actuală în mineralogie, departe de a avea un caracter scolastic, devine un util instrument de lucru pentru cunoașterea mai profundă a mineralelor, a relațiilor dintre ele, a condițiilor de formare și răspîndire a acestora în scoarța terestră.

Literatura mineralogică. Conform unui principiu urmat în toate tratatele de Mineralogie pentru constantele principale cunoscute ale mineralelor nu se dau referințe în text. Aceste referințe au fost totuși menționate cînd priveau unele abateri de la valorile cunoscute, pentru o serie de ocurențe particulare.

În vederea indicării principalelor surse utilizate cît și pentru a facilita confruntarea cu literatura mineralogică internațională recomandăm lucrările cu caracter de sinteză, redactate de Palache et al. (1963), Deer et al. (1963), Ramdohr, Strunz (1967), Betehtin (1953), Trogger (1962), Dana, Ford (1960), Mason, Berry (1968).

Pentru mineralele sau ocurențele noi, principalele reviste de specialitate consultate au fost: *American Mineralogist, Mineralogical Magasine, Dokladî Academii Nauk C.C.C.P., Buletin de la Societé Francaise de Cristallographye, Mineralogie.*

În ceea ce privește ocurențele mineralelor din România, pe lîngă unele lucrări cu caracter de lexicon — Zepharovich (1859, 1873, 1893), Cădere (1925—1928), Rădulescu, Dimitrescu (1965)—, la bibliografie au fost indicate o mare parte din articolele științifice aparținînd cercetătorilor români și străini care au studiat mineralele din țara noastră. În aceste lucrări, cititorii pot găsi date detaliate asupra caracterelor chimico-structurale, constantelor fizice și genezei acestor minerale.

---

[1] Conform paradoxului lui Eubulide (filozof grec din Milet, sec. IV î.e.n.) nu putem spune niciodată cu precizie cîte fire de păr trebuie să aibă un om ca să nu fie caracterizat drept chel. Dacă unui chel îi crește un fir de păr rămîne chel. Dacă unui om îi smulgem un fir de păr nu chelește. Dacă spunem că un om ca să nu fie chel trebuie să aibă 30 000 fire de păr, înseamnă că dacă îi smulgem un singur fir de păr el ar trebui clasificat printre cheli. Deci soluția pentru această cifră nu este bună și pentru același motiv nu vor fi valabile nici alte valori ca 20 000, 40 000 etc.

SIMBOLURI ŞI ABREVIERI UTILIZATE

a, b, c = axele cristalografice
α, β, γ = unghiurile dintre axele cristalografice
Z = numărul unităţilor de formulă în unitatea celulei
n = indicele de refracţie la mineralele cubice şi amorfe
α = indicele de refracţie minim şi direcţia de vibraţie mai rapidă la mineralele biaxe
β = indicele de refracţie mediu şi direcţia de vibraţie a razei intermediare la mineralele biaxe
γ = indicele de refracţie maxim şi direcţia de vibraţie mai lentă la mineralele biaxe
ε = indicele de refracţie în direcţia razei extraordinare la mineralele uniaxe
ω = indicele de refracţie în direcţia razei ordinare la mineralele uniaxe
n_1 şi n_2 = indicele de refracţie mai mare şi respectiv mai mic într-o poziţie oarecare în cristale
Li (după indicele de refracţie) = lumină (roşie) de litiu (671 $m\mu$)
Na (după indicele de refracţie) = lumină (galbenă) de sodiu (589 $m\mu$)
Δ = valoarea birefringenţei maxime
P.A.O. = planul axelor optice
$c \wedge \gamma(\alpha)$ = unghiul de extincţie maximă faţă de γ sau α
U+ = mineral uniax pozitiv
U− = mineral uniax negativ
2E = unghiul axelor optice observat în aer
2V = valoarea unghiului axelor optice în mineral
$2V\gamma$ = mineral biax cu semn optic pozitiv
$2V\alpha$ = mineral biax cu semn optic negativ
B I = bisectoarea unghiului ascuţit al axelor optice
B II = bisectoarea unghiului obtuz al axelor optice
r = dispersia pentru roşu
v = dispersia pentru violet
R% = capacitatea (puterea) de reflexie
ΔR = bireflexia (pleocroism de reflexie)
N|| = lumină polarizată: un nicol
N+ = lumină polarizată: doi nicoli
L.c = lumină convergentă
G = greutatea specifică
D = duritatea (Mohs)
Vnh = microduritatea (Vickers)
F = fusibilitatea (punctul de topire)
Hf = entalpia de formare a mineralelor
S = entropie
C = sistemul cubic
Trg = sistemul trigonal
Ttr = sistemul tetragonal

R	= sistemul rombic
M	= sistemul monoclinic
Trc	= sistemul triclinic
RX	= difracţia razelor X
D.T.A.	= analiză termodiferenţială
T.G.	= analiză termogravimetrică
I.R.	= spectroscopie de absorbţie în infraroşu
U.V.	= spectrografie de emisie în ultraviolet
λ	= lungimea de undă pentru lumină monocromatică
μ	= micron (0,0001 mm)
$m\mu$	= milimicron (0,000 000 1 mm)
Å	= Ångström (10^{-8} mm)
nm	= nanometri (10^{-9} mm)
°C	= grade Celsius
°K	= grade Kelvin: x°K(x−273,16)°C
>	= mai mare
<	= mai mic
$\approx$	= asemănător
rez.	= reziduu (la analizele chimice)
insol.	= insolubil
var.	= varietate

Caracterizarea celor 32 de clase de simetrie ale poliedrelor cristaline

Sistemul cristalografic şi constantele cristalografice	Denumirea claselor de simetrie: Şcoala franceză (G. Friedel)	Şcoala germană (Groth)	Şcoala sovietică (Institutul „Feodorov")	Formula de simetrie	Notaţia (simbolul): Schoenflies	Hermann-Mauguin (axe de inversiune)	Subnikov (giroide)	Internaţional (axe de inversiune)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Triclinic	Hemiedrică	Pedială (asimetrică)	Primitivă	A^1	C_1	1	1	P1
	Holoedrică	Pinacoidală	Centrată	$(A_2^{!})=C$	$C_l=S_2$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$P\bar{1}$
Monoclinic	Hemiedrică (antihemiedrie)	Domatică	Planară	P	C_s	m	m	Pm
	Hemimorfă (hemiedrie holoaxă)	Sfenoidală	Axială	A^2	C_2	2	2	P2
	Holoedrică	Prismatică	Planaxială	A^2PC	C_2h	$\frac{2}{m}$	2 : m	P2/m
Rombic	Hemimorfă (antihemiedrie)	Rombică piramidală	Planară	A^22P	C_{2v}	mm2	m · 2	Pmm
	Hemiedrică (hemiedrie holoaxă)	Rombică bisfenoidală	Axială	$3A^2$	$D_2=V$	222	2 : 2	P222
	Holoedrică	Rombică bipiramidală	Planaxială	$3A^23PC$	$D_2h=V_b$	$\frac{2}{m}\frac{2}{m}\frac{2}{m}$	m · 2 : m	Pmmm
Pătratic (tetragonal)	Tetartoedrică (cu ax cuaternar)	Tetragonală piramidală	Primitivă	A^4	C_4	4	4	P4
	Paramorfă (parahemiedrie)	Tetragonală bipiramidală	Centrată	A^4PC	C_4h	$\frac{4}{m}$	4 : m	P4/m
	Hemimorfă (antihemiedria cu ax cuaternar)	Ditetragonală piramidală	Planară	A^44P	C_4v	4mm	4 · m	P4mm
	Enantiomorfă (hemiedrie holoaxă)	Tetragonală trapezoedrică	Axială	A^44A^2	D_4	422	4 : 2	P42
	Holoedrică	Ditetragonală bipiramidală	Planaxială	A^44A^25PC	D_4h	$\frac{4}{m}\frac{2}{m}\frac{2}{m}$	m · 4 : m	P4/mmm
	Tetartoedrică (Sp.II) (sfenoedrică)	Tetragonală bisfenoidică	Primitivă giroidală (de inversiune)	A_4^2	S_4	$\bar{4}$	$\bar{4}$	$P\bar{4}$
	Hemiedrică (Sp.II) (antihemiedrie sfenoedrică)	Tetragonală scalenoedrică	Planară giroidală (de inversiune)	A_4^2 $2A^2$ 2P	$D_{21}=Vd$	$\bar{4}2m$	$\bar{4}$·m	$P\bar{4}2m$

1			2		3	4	5	6	7	8	9
Hexagonal, în sens larg	Romboedric	Trigonal	Ogdoedrică	Tetartoedrică	Trigonală piramidală	Primitivă	A^3	C_3	3	3	P3
			Paratetartoedrie (Sp. II)	Paramorfă (parahemiedrie)	Romboedrică	Centrată	$A^3_6=A^3C$	$C_{3i}=S_6$	$\bar{3}$	$\bar{6}$	P$\bar{3}$
			Antitetartoedrie (hemimorfă)	Hemimorfă (antihemiedrie)	Ditrigonală piramidală	Planară	$A^3 3P$	C_{3v}	3m	3·m	P3m
			Tetartoedrie (holoaxă cu ax ternar)	Enantiomorfă (hem. holoaxă)	Trigonală trapezoedrică	Axială	$A^3 3A^2$	D_3	32	3 : 2	P32
			Parahemiedrie (Sp. II) cu ax ternar	Holoedrică	Ditrigonală scalenoedrică	Planaxială	$A^3_6 3A^2 3P = A^3 3A^2 3PC$	D_{3d}	$\bar{3}\,\frac{2}{m}$	$\bar{6}$m	P$\bar{3}$m
	Hexagonal, în sens restrâns (Friedel)		Tetartoedrie hex. (antitetartoedrie trigonoedrică=Paramorfă trigonală)		Trigonală bipiramidală	Primitivă giroidală (de inversiune)	A^3P	C_{3h}	$\bar{6}$	3 : m	P$\bar{6}$
			Hemiedrie hex. (antihemiedrie trigonoedrică= holoedrie trigonală)		Ditrigonală bipiramidală	Planară giroidală (de inversiune)	$A^3 3A^2 4P$	D_{3h}	$\bar{6}$m2	m·3 : m	P$\bar{6}$m2
		Hexagonal, în sens restrâns (Groth)	Tetartoedrică (cu ax senar)		Hexagonală piramidală	Primitivă	A^6	C_6	6	6	P6
			Paramorfă (parahemiedrie cu ax senar)		Hexagonală bipiramidală	Centrată	A^6PC	C_6h	$\frac{6}{m}$	6 : m	P6/m
			Hemimorfă (antihemiedrie cu ax senar)		Dihexagonală piramidală	Planară	$A^6 6P$	C_6v	6mm	6·m	P6mm
			Enantimorfă (hemiedrie holoaxă)		Hexagonală trapezoidală	Axială	$A^6 6A^2$	D_6	622	6 : 2	P62
			Holoedrică		Dihexagonală bipiramidală	Planaxială	$A^6 6A^2 7PC$	D_6h	$\frac{6}{m}\,\frac{2}{m}\,\frac{2}{m}$	m·6 : m	P6/mm
Cubic			Tetartoedrică		Tetartoedrică pentagondodecaedrică	Primitivă	$3A^2 4A^3$	T	23	3/2	P23
			Paramorfă (parahemiedrie=diploidală)		Diakisdodecaedrică	Centrată	$3A^2 4A^3_6 3PC$	Th	$\frac{2}{m}\,\bar{3}$	$\bar{6}$/2	Pm3
			Hemimorfă (antihemiedrie)		Hexakistetraedrică	Planară	$3A^2 4A^3 6P$	Td	$\bar{4}$3m	3/$\bar{4}$	P$\bar{4}$3m
			Enantiomorfă (hemiedrie holoaxă= giroidală)		Pentagonikositetraedrică	Axială	$3A^4 4A^3 6A^2$	O	432	3/4	P43
			Holoedrică		Hexakisoctaedrică	Planaxială	$3A^4 4A^3_6 6A^2 9PC$	Oh	$\frac{4}{m}\,-\,\frac{2}{m}$	$\bar{6}$/4	Pm3m

Simboluri folosite în literatura mineralogică pentru constante cristalografice, constante optice și proprietăți fizice

Autor	Denumirea lucrării	Axele cristalografice	Unghiurile dintre axele cristalografice	Direcțiile de vibrație	Indici de refracție ai mineralelor: Biaxe	Izotrope	Uniaxe	Birefringență	Extincție	Unghiul axelor optice	Dispersie	Proprietăți fizice macroscopice: Greutate specifică	Duritate	Fusibilitate
Palache Ch., Berman H. Frondel C.	Dana's System of Mineralogy, New York, 1963	a b c	α β γ	x y z	nX nY nZ	n	nO nE	nE—nO nZ—nX	Z ∧ C (x)	±2V	r>v (<)	G	H	F
Winchell A. N.	Elements of Optical Mineralogy, New York, 1964	a b c	— — —	x y z	Nx Ny Nz	n	No Ne	Ne—No Nz—Nx	Z ∧ C (x)	±2V	r>v (<)	G	H	F
Mason B., Berry L. G.	Element of Mineralogy, San Francisco, 1968	x y z	α β γ	α β γ	α β γ	n	ε ω	ω—ε γ—α	γ : C (α)	±2V	—	G	H	F
Heinerich E. Wm.	Microscopic identification of Minerals, New York, 1965	a b c	α β γ	α β γ	α β γ	n	ε ω	ω—ε γ—α	γ ∧ C (α)	±2V	r>v (<)	—	—	—
Wahlstrom E.	Petrografic Mineralogy, New York, 1955	a b c	— — —	X Y Z	Nx Ny Nz	n	No Ne	—	Z ∧ C (x)	±2V	r>v (<)	G	H	F
Deer W. A., Howie R. A., Zussman J.	Rock-forming minerals, London, 1965	x y z	α β γ	α β γ	α β γ	n	ε ω	δ	γ : z (α)	$2V_γ$ ($2V_α$)	r>v (<)	D	H	F
Ramdohr P., Strunz H.	Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, Stuttgart, 1967	a b c	α β γ	X Y Z	nx ny nz	n	no ne	—	Z ∧ C (x)	—	—	D	H	—
Trogger W. E.	Optische Bestimmung der gestein bildenlen Minerale, Stuttgart, 1959	a b c	— — —	X Y Z	Nx Ny Nz	n	No Ne	Δ	Z ∧ a (x)	$2V_z$ ($2V_x$)	r>v (<)	D	H	F
Roubault M.	Determination des mineraux des roches, Paris, 1963	a b c	— — —	Np Nm Ng	np nm ng	n	np ng	ng—np	Ng ∧ C	±2V 2Vng	r>v (<)	—	—	—
Betehtin A. G.	Kurs mineralogii, Moskva, 1951 (Trad. lb. rom., Ed. Tehnică, 1953)	a b c	α β γ	— — —	np nm ng	n	np ng	ng—np	—	—	—	—	—	—

ELEMENTE NATIVE

CARACTERE GENERALE

În scoarța terestră se află în stare nativă circa 33 elemente chimice, în special metale. Tot aici intră și o serie de elemente în stare gazoasă și elemente în stare lichidă — mercurul și unele amalgame. Greutatea totală a elementelor native din scoarța terestră este destul de mică și nu depășește 0,1% din masa întregii scoarțe. Din această cantitate azotului îi revine circa 0,04%, iar oxigenului 0,01—0,02%. Tuturor celorlalte elemente întîlnite în stare nativă le revine numai 0,05%. Din acestea sînt reprezentate în cantități relativ mai mari: H, Ar, He, C, S, Au, Ag, elementele din grupa platinei, Cu și Bi.

Dintre elementele native, un loc deosebit revine grupei gazelor rare: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Ru. Atomii lor au un înveliș exterior stabil bi- și octo-electronic, ceea ce explică inerția lor chimică, adică greutatea de a intra în combinații cu alte elemente, îndeosebi cu O^{2-}, H^{+} etc.

O poziție specială o ocupă și grupa metalelor rare, Ru, Rh, Pd, Ag, Os, Ir, Pt și Au, situate în perioadele V și VI. În aceste perioade, razele atomice ale elementelor din grupele verticale sînt aproape egale, proprietate care are un rol important în chimismul acestor elemente chimice, în condiții naturale, în special la formarea amestecurilor izomorfe ale metalelor rare. Într-adevăr, triada Ru, Rh și Pd este legată mult mai strîns de triada Os, Ir, Pt decît triada Fe, Co, Ni. Metalele din grupa platinei conduc la soluții solide și sînt răspîndite în diverse zăcăminte, în strînsă legătură, în timp ce elementele triadei Fe, Ni, Co ocupă, de obicei, în compoziția acestor minerale un loc subordonat. Un izomorfism de asemenea net se manifestă și mai pregnant pentru Au și Ag în timp ce Cu, sub formă de soluție solidă, este întîlnit în ele extrem de rar.

Dintre elementele native întîlnite în natură, cu o frecvență mai mică, sînt semimetalele As, Sb și Bi care, deși arată caractere chimico-structurale asemănătoare, apar în natură în condiții diferite. Numai rareori As și Sb dau compuși izomorfi, de exemplu compusul intermetalic AsSb.

Hidrogenul, singur sau amestecat cu alte gaze, este adesea întîlnit în unele roci și zăcăminte de substanțe minerale utile.

Azotul și oxigenul intră în cantități mari în compoziția atmosferei.

Carbonul se întîlnește în natură în două modificații cu structuri cristaline diferite.

Sulful, de asemenea, este frecvent întîlnit în natură și de cele mai multe ori se formează în urma oxidării H_2S și mai rar prin reducerea SO_2 rezultat din sulfați sau alte combinații chimice bogate în sulf.

Numărul total al speciilor şi varietăţilor minerale, care fac parte din clasa elementelor native după compoziţia chimică, este de circa 80, adică depăşeşte cu mult numărul elementelor care intră în compoziţia lor. Acest lucru se explică prin faptul că multe elemente se pot întîlni în natură în două sau mai multe modificaţii polimorfe. De exemplu: carbonul sub formă de diamant şi grafit, sulful sub formă de α-S, β-S, γ-S. O altă serie de elemente, pe lîngă faptul că se întîlnesc în stare pură, mai pot forma între ele şi soluţii solide, ca de exemplu: electrum (Au, Ag), platina palladiferă (Pt, Pd). O răspîndire importantă o au şi compuşii intermetalici caracterizaţi prin particularităţile structurii lor cristaline, ca de exemplu: algodonitul Cu_3As; stibiopaladinitul Pd_3Sb; discrozitul Ag_3Sb. În afară de compuşii definiţi se întîlnesc şi compuşi de compoziţie variabilă, ca (Pt, Fe), (Pt, Cu) etc.

Elementele native cu frecvenţă ridicată în natură se prezintă, de regulă, în stare solidă şi cu structuri cristaline diferite. Tipul de legătură dintre atomi în reţeaua cristalină este cel metalic, iar aşezarea lor este cea mai compactă; rar se remarcă tendinţa de trecere la tipul de legătură heteropolară şi Van der Waals. Aceste particularităţi structurale conferă o serie de proprietăţi comune, importante, metalelor native. Ele arată cea mai bună conductibilitate electrică şi termică; şlefuite, prezintă luciu metalic puternic, deci o capacitate ridicată de reflexie. Indicii de refracţie, de care depinde luciul, sînt dintre cei mai mari. Numai Au, Ag şi Cu au valori pentru indicii de refracţie mai mici de 1,0 însă şi aceşti indici determină o capacitate de reflexie apreciabilă. La fel şi indicii lor de absorbţie a luminii sînt neobişnuit de ridicaţi. Culoarea majorităţii metalelor native este argintie, asemănătoare culorii staniului, excepţie făcînd Cu şi Au datorită capacităţii lor de a apărea în valenţe diferite. Reflexia selectivă a luminii este legată de particularităţile structurii nucleelor atomice ale acestor elemente.

Dintre numeroasele minerale cunoscute, metalele native au cele mai mari greutăţi specifice. Metalele a căror structură este caracterizată prin numărul de coordonare egal cu 12 şi, prin absenţa legăturilor cu forţe orientate, sînt foarte maleabile, nu au clivaj clar exprimat în spărtură şi au o duritate, de obicei, redusă. În legătură cu duritatea fac excepţie numai iridiu şi mineralele care conţin în compoziţia lor cantităţi mai mari sau mai mici de iridiu.

Metalele nobile, caracterizate prin compresiunea lantanică a volumelor atomice, sînt mai stabile din punct de vedere chimic; de aici rezistenţa la acţiunea agenţilor atmosferici şi deci posibilitatea de a fi reîntîlnite în aceeaşi stare în depozitele aluvionare.

Elementele native din grupa semimetalelor sînt caracterizate prin reţele cubice, parţial deformate, şi cu proprietăţi fizice diferite întrucîtva de cele ale metalelor tipice. Abateri mici în structura reţelei cristaline se semnalează la bismut, care arată un luciu foarte accentuat, friabilitate şi duritate mică etc. Sînt caracteristice pentru semimetale, aspectele morfologice ale cristalelor şi direcţiile de clivaj în concordanţă cu particularităţile structurii lor cristaline.

Metaloizii se deosebesc radical de metalele tipice atît prin structurile lor cristaline cît şi prin proprietăţile legate de acestea.

Tabelul 1

Clasificarea elementelor native

I. METALE	II. SEMIMETALE ȘI NEMETALE
Grupa aurului Aur Au Maldonit Au_2Bi Argint Ag Cupru Cu Plumb Pb Mercur Hg Moschellandsbergit Ag_2Hg_3 Potarit Pd_3Hg_2 Amalgam de aur Au_2Hg_3? *Grupa platinei* Platina Pt Paladium Pd Platiniridium (Ir, Pt) Aurosmiridium (Au, Os, Ir) *Grupa newjanskitului* Newjanskit (Ir, Os) Sîserskit (Os, Ir) Alopaladinit *Grupa fierului și a mineralelor din meteoriți* Fier Fe Nichel–fier (Ni, Fe) ——— Cohenit $(Fe, Ni)_3C$ Moissanit (SiC) Osbornit (TiN) Schreibersit $(Fe, Ni)_3P$ Siderazot Fe_5N_2 Tentalcarbid TaC Staniu Sn Zinc Zn	*Grupa arseniului* Arsen As Arsenolamprit As Allemontit (As, Sb) Antimoniu Sb Bismut Bi *Grupa telurului* Seleniu Se Selen — telur (Se, Te) Teluriu Te *Grupa sulfului* α–sulf S β–sulf S γ–sulf S *Grupa carbonului* Diamant C Grafit C

I. METALE

A. Grupa aurului

Aceste minerale cristalizează în sistemul cubic $4/m\,\bar{3}\,2/m$. Structura cristalină este de tip cupru, rețea centrată pe fețe — structură cubică centrată. Habitusul cristalelor diferă, dar majoritatea au macle (111) și tendințe de a forma dendrite arborescente, cristale în grup. Au proprietăți caracteristice privind duritatea, ductibilitatea, conductivitatea și electricitatea. Variabilitatea chimică depinde de gradul de solubilitate, de soluția solidă care se poate realiza între cei doi termeni. Varietatea aurului cu peste 20% Ag este denumită electrum; aurul și cuprul formează soluții solide continui; în mod similar amestecul argint — cupru. Aurul formează de asemenea soluție solidă cu paladiu, respectiv aur-paladium, denumită porpezit. Aurul este

reţinut în mercur în proporţie de 16,5% la 90°C (mercur-aur), iar argintul se dizolvă 45% în mercur la aceeaşi temperatură (mercur-argint). Aurul dizolvă 0,2% bismut; există şi bismut aurifer, un compus intermetalic, maldonitul Au_2Bi. Argintul dizolvă 5% antimoniu (antimoniu-argint) şi 7% arseniu (arsen-argint). Cuprul dizolvă 4% arseniu.

AUR Au

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,078 Å; conţine 4 Au.

Habitus: cristale octaedrice, cubice, dodecaedrice. Prezintă alungiri [111] cu turtire (111). Agregate paralele, dendrite arborescente, filiforme, spongioase; mase masive, granule plate. Forme cristalografice: a (001), d (011), o (111), e (012), m (113). *Macle:* (111) comune; se repetă conducînd la agregate dendritice. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* aşchioasă, colţuroasă. Maleabil şi ductil. H=2 $^1/_2$—3. G=15,3—19,3. F=1 062,4°. *Culoare:* galben de aur şi alb-argintiu, roşu-oranj pentru varietăţile impure din punct de vedere chimic. *Luciu:* metalic.

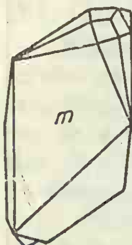


Fig. 1. Cristal de aur: m(113)

Proprietăţi optice. Opac; în suprafeţe lustruite este colorat în galben-auriu, tonurile variind în funcţie de conţinutul în argint. Izotrop. R în aer pentru verde 47,0%, oranj 82,5%, roşu 86%.

Chimism. Aurul conţine, în afară de argint, cupru, fier, mai rar bismut, staniu, plumb, zinc, platină, paladium, iridiu, rhodiu.

În varietatea argentiferă electrum, Ag substituie poziţiile aurului sub forma unei serii continue. Aurul comun conţine 10—15% Ag, culoarea este un galben-închis, care devine din ce în ce mai palid, pînă spre alb, pe măsură ce creşte conţinutul în argint. Cînd conţinutul în argint depăşeşte 20% este numit *electrum*.

Tabelul 2

Analize chimice

	1	2	3	4
Au	99,91	90,99	74,33	73,54
Ag	0,09	3,53	4,49	20,92
Cu	—	5,32	20,39	4,27
Fe	—	0,07	—	—
Bi	—	—	—	—
Sn	—	—	—	0,28
Pb	—	—	—	0,20
Zn	—	—	—	0,77
Rez.	—	—	0,26	—
Total	100,00	99,91	99,47	99,98

1 — Aur, Kalgoorlie, Australia; 2 — Aur, Kalimantan; 3 — M. Karabaş, Ural, URSS; 4 — Electrum, Namibia.

Ocurenţă. Aurul apare atît în zăcăminte primare, cît şi în zăcăminte secundare. Primele sînt în legătură cu procesele de consolidare ale magmelor, fiind asociate mai ales stadiului hidrotermal; zăcămintele secundare se for-

mează pe seama celor primare, în urma alterării rocilor care găzduiesc aur; materialul rezultat este transportat şi sedimentat, concentrîndu-se în zăcăminte aluvionare de aur. Aurul primar apare în gangă de cuarţ, asociat cu calcit, ankerit, apatit, turmalină, mispichel, uneori cu sulfuri, calcopirită, blendă, galenă, cobaltină, compuşi de telur. În aluviuni apare sub formă de pulbere şi foiţe, cîteodată alături de pietre preţioase sau platină.

În România apare în complexele de şisturi cristaline, fie în zăcăminte polimetalice metamorfozate, fie în filoane sau lentile de cuarţ aurifer, asociat cu sulfuri (Băile Borşa, Crucea, Perişani, Valea lui Stan, Muncelu Mic, Bozovici, Cladova, Someşu Rece). Se găseşte în mod excepţional în porfire cuarţifere permiene sau triasice (Ardealu — jud. Tulcea), rareori în concentraţii pirometasomatice polimetalice sau în filoane hipotermale legate de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Oraviţa, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Băiţa — jud. Bihor, Băişoara) şi foarte frecvent în filoane hidrotermale polimetalice sau exclusiv aurifere asociate magmatismului neogen (Cămărzana, Ilba, Cicîrlău, Nistru, Săsar, Şuior, Baia Sprie, Cavnic, Băiuţ, Groşi, Botiza, Băile Borşa, Rodna, Deva, Săcărîmb, Hondol, Măgura-Topliţa, Sălişte, Hărţăgani, Căraci, Bucureşci, Stănija, Vălişoara, Techereu, Zlatna, Almaşu Mare, Întregalde, Bucium, Roşia Montană, Baia de Arieş, Gemenea) şi în aluviuni vechi (Roşia Montană, Tisa, Olt, Sebeş, Valea Porcului, Bistriţa Aurie, Moldova, Dîmboviţa, Argeş, Mureş, Strei, Jiu, Timiş, Nera, Caraş, Geoagiu, Valea Runcului, Ampoi, Arieşu Mare, Arieşu Mic, Crişu Alb, Crişu Negru, Someşu Mare, Someşu Mic, Someşu Cald, Someşu Rece).

Zăcăminte de aur se găsesc la Gardette în Franţa, apoi în M. Harz, în Suedia, în U.R.S.S. (în apropierea lacului Onega, în M. Urali, în Caucaz, în Siberia), în India, în China, în Australia (în zăcămintele filoniene din M. Albaştri, în văile rîurilor Darling, Lachlan, Murrumbidgen, în provincia Victoria la Ballarat, Castelmaine, Landurst, Dimoly), în S.U.A. (în California la Mather Lode, în Colorado, Alaska, Nevada, Dakota de Sud, Montana, Arizona, Utah), în Canada (la sud de Sf. Laurenţiu, în pen. Noua Scoţie, la nord de Lacul Superior), în Brazilia la Minas Geraes, în Chile şi în Bolivia.

MALDONIT Au_2Bi

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7,96$ Å; conţine $Au_{16}Bi_8 \cdot Z=8$.
Habitus: mase granulare, uneori cristale octaedrice. *Clivaj:* (001) distinct. Maleabil şi ductil. $H=1\ ^1/_2-2$. $G=15,70$. $F=373°C$. *Luciu:* metalic. *Urmă:* alb-argintie. *Culoare:* alb-argintiu; în spărtură proaspătă are culoarea piersicei.
Chimism. Produs intermetalic Au_2Bi.

Tabelul 3

Analize chimice

	1	2	3
Au Bi	65,36 34,64	64,50 35,50	65,12 34,88
Total	100,00	100,00	100,00

1 — Au_2Bi; 2 — Nuggety Reef; 3 — Nuggety Reef.

Ocurență. Apare la Nuggety Reef, Maldon, Victoria (Australia), asociat cu aur nativ, în zona granitelor în filonașe de greisene, iar în asociație cu aur și bismut aurifer la Rutherford County, Carolina de Nord.

În R. S. România se găsește la Băița — Bihor.

ARGINT Ag

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,0860 Å; conține 4 Ag.

Habitus: cristale cubice, octaedrice, dodecaedrice; în grupuri de cristale cubice sau octaedrice individualizate; alungite sub formă de rețele, ramificații arborescente, mase masive, aspecte morfologice asemănătoare aurului și cuprului. Forme principale: a (001), d (011), o (111), h (014), e (012), m (113). *Macle:* (111) comune simple sau repetate, alungite [111]. *Clivaj:* absent. Ductil și maleabil. *Spărtură:* colțuroasă. $H=2\,^1/_2-3$. $G=9{,}6-12$. $F=960{,}6°$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu. *Urmă:* alb-argintie, cenușie, neagră.

Proprietăți optice. Opac; în lumină reflectată colorat alb-argintiu, izotrop. *R* în aer pentru verde 95,5%, oranj 94%, roșu 93%; $n_{Na}=0{,}181$.

Chimism. Ag este substituit cu Au sau Hg, uneori As, Sb, Bi, Pt, Cu sub formă de soluție solidă.

Tabelul 4

Analize chimice (%)

	1	2	3	4
Ag	98,450	94,94	86,50	69,21
Au	0,004	—	—	—
Cu	0,011	—	—	—
Fe	0,024	—	—	—
Sb	0,581	—	—	—
Hg	1,130	5,06	13,50	30,76
Total	100,200	100,00	100,00	99,97

1 — Kongsberg (Norvegia); 2 — Kongsberg; 3 — Arqueros (arquerit); 4 — Chile (bordosit).

Ocurență. Argintul nativ este răspîndit în zonele de oxidație ale depozitelor mineralizațiilor de sulfuri argentifere. Apariția argintului este determinată de levigarea lui din mineralele hidrotermale purtătoare de argint. Există și argint endogen depus direct din soluțiile hidrotermale. Se asociază cu sulfuri, gangă cu zeoliți, calcit, baritină, fluorină, cuarț (la Kongsberg — Norvegia), cu arsenuri de Ni și Co, precum și alte minerale de argint (zăcămîntul de la Cobalt, provincia Ontario — Canada), cu uraninit și minerale de Ni și Co. Se întîlnește în R. D. Germană, în Saxonia la Freiberg, Schneeberg, Johangeorgenstadt, în R. S. Cehoslovacă la Příbram, în Franța la St. Marie, în minele din Alsacia; în U.R.S.S. la Zmeinogorsk, M. Altai, la Tomsk, în Sardinia la Monte Narba aproape de Sarrabus.

În România apare în mod excepţional în zăcăminte hidrotermale metamorfozate din complexele de şisturi cristaline (Muncelu Mic) sau legate de filoane eruptive mezozoice (Zărneşti) şi rareori în zăcăminte de contact din provincia banatitică (Oraviţa, Ciclova Română, Băiţa — jud. Bihor). Cele mai multe ocurenţe, deşi destul de rare, aparţin provinciei magmatismului neogen (Dealu Crucii — jud. Botoşani, Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Rodna, Săcărîmb, Măgura-Topliţa, Crăciuneşti, Hărţăgani, Zlatna, Baia de Arieş, Roşia Montană).

CUPRU Cu

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3{,}615$ Å; conţine 4 Cu.

Habitus: cubic, dodecaedric, tetrahexaedru (012), (035), rar în cristale octaedrice. Direcţia de alungire [001], creşteri caracteristice neregulate, benzi de cupru, forme vermiculare, filiforme sau arborescente; mase masive. Forme caracteristice: a (001), d (011), o (111), h (014), f (013), k (025), e (012), l (035), m (113), n (112), y (5.10.18). *Macle:* plan de maclă (111), comune, simplu contact sau macle de penetraţie, macle complexe. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* colţuroasă. Maleabil şi ductil. $H=2\,^1/_2-3$. $G=8{,}93$. $F=1\,083$°C. Foarte bun conducător de căldură şi electricitate. *Culoare:* în spărtură proaspătă, roz, roşu de cupru, în timp tonuri de negru. *Urmă:* metalică aproape incoloră. *Luciu:* metalic.

Proprietăţi optice. Opac; în lumină reflectată colorat în roz-alb, izotrop şi cu *R* ridicat. *R* pentru verde 61%, oranj 83%, roşu 89%; $n_{Na}=0{,}64$.

Chimism. Este cupru nativ cu structură cubică centrată pe feţe şi conţine în procentaj mic Ag, As, Fe, Bi, Sb, Hg, Ge. Varietatea mai cunoscută este arsenionul cu conţinut de $11\,^1/_2$% As.

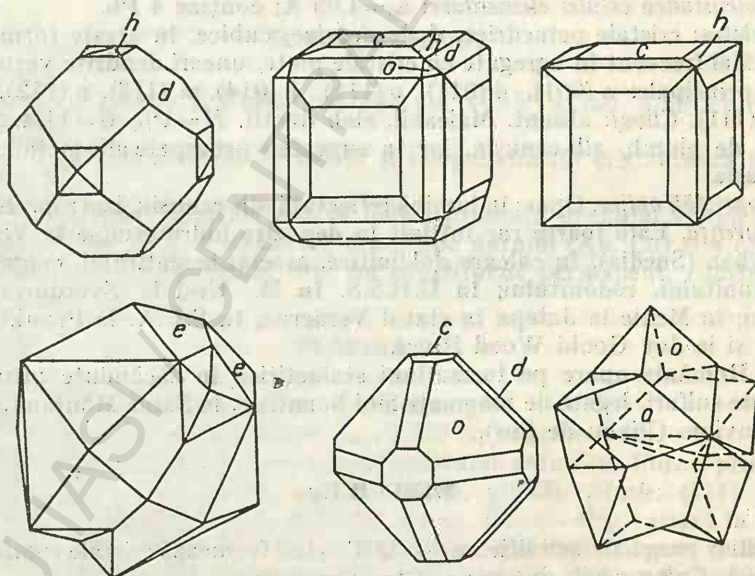


Fig. 2. Cristale de cupru: h(014), d(011), c(001), e(012), o(111).

Ocurență. Apare ca minereu în roci eruptive bazice efuzive, format din reacțiile dintre soluțiile cu cupru ionic și hematit sau alte minerale de fier (Lacul Superior — S.U.A.). În aceste tipuri de zăcăminte se asociază cu Ag nativ, calcozină, bornit, epidot, calcit, prehnit, datolit, clorit și zeoliți, dînd deseori indicații asupra temperaturii de formare. Se găsește sub formă de cristale frumoase: în U.R.S.S. la Turinsk și la Nijni Taghil; în Italia la Montecatini și Volterra în regiunea Toscana; în Anglia în comitatul Cornwall și în Scoția la Stirling; în Australia la Broken Hill în statul New South Wales; în Chile la Andacollo în provincia Coquimbo; în Bolivia la Corococo în departamentul La Paz, în Mexic la Cananea, statul Sonora; în S.U.A. în formațiuni triasice în statele Massachussetts, Connecticut, New Jersey, Virginia și Pennsylvania.

În zonele de oxidație trece în cuprit cu incluziuni de cupru nativ, asociindu-se cu malachit, azurit, atacamit. Frecvente pseudomorfoze după cuprit, alteori după aragonit la Corococo (Bolivia) și azurit în Grant County (statul New Mexico.). Varietate fibroasă cu calcit, calcozină etc., în Chile la Chuquicamata.

În România apare ca mineral supergen în zăcăminte cuprifere legate de fundamentul cristalin (Cîrlibaba, Fundu Moldovei, Bălan, Teregova), de magmatismul mezozoic (Căzănești, Pietroasa, Altîn Tepe), de magmatismul banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Băița—Bihor) sau neogen (Ilba, Cavnic, M. Țibleș, Deva, Vețel — jud. Hunedoara, Săcărîmb, Ruda-Barza, Întregalde, Roșia Montană, Mușca — jud. Alba); de asemenea în aluviuni (Pianu de Jos — jud. Alba).

PLUMB Pb

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,95$ Å; conține 4 Pb.
Habitus: cristale octaedrice, dodecaedrice, cubice, în aceste forme destul de rar. Mai frecvent în agregate cu cristale plate, uneori dendrite vermiculare. Forme principale: a (001), d (011), o (111), h (014), m (113), n (112), ε (155). *Macle*: (111). *Clivaj*: absent. Maleabil, slab ductil. $H=1^1/_2$. $G=11,4$. *Culoare*: cenușiu de plumb, alb-cenușiu, iar în suprafețe proaspete alb-metalic. *Urmă*: alb-cenușie.

Proprietăți optice. Opac; în lumină reflectată alb-cenușiu, izotrop. *R* ridicat.
Ocurență. Este foarte rar întîlnit în depozite hidrotermale la Vermland, la Långban (Suedia), în calcare dolomitice, asociat hematitului, magnetitului, hausmannitului, rodonitului; în U.R.S.S. în M. Ural la Sverdlovsk și în M. Altai; în Mexic la Jalapa în statul Veracruz; în S.U.A. la Franklin (New Jersey) și la Joy Gould Wood River.

În România apare pe formațiuni stalactitice în zăcăminte pirometasomatice de sulfuri, legate de magmatismul banatitic, la Sasca Montană, precum și în aluviuni (Pianu de Sus).

MERCUR Hg

Lichid; punct de solidificare — 39°C, cînd formează cristale romboedrice. $G=13,596$. *Culoare*: alb de staniu. *Luciu*: metalic.
Chimism: Hg la care se pot adăuga urme de Au și Ag.

Ocurență. În stare nativă se găsește relativ rar, fiind de regulă asociat cinabrului, în regiuni vulcanice. Este întîlnit la: Idria, Garizia (Italia); în M. Avala aproape de Belgrad în R. S. F. Iugoslavia; în Spania la Almaden Ciudad Real; în S.U.A. la Terlingua în Texas, la New Almaden și Santa Clara în California.

În România apare foarte rar, legat de mineralizații cinabrifere teletermale, de vîrstă neogenă, în M. Harghita la Lemnia și Estelnic — jud. Covasna, la Izvoru Ampoiului și Vîltori — jud. Alba.

MOSCHELLANDSBERGIT Ag_2Hg_3

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10,1$ Å; conține $Ag_{20}Hg_{30}$. $Z=4$.

Habitus: dodecaedru, mase masive granulare. Forme principale: a (001), d (011), o (111), f (013), e (012), n (112), p (122), s (123). *Clivaj*: (011), (001) distinct, slab. *Spărtură*: concoidală. $H = 3^1/_2, G = 13,48-13,71$.

Chimism. Amalgam de argint și mercur: Ag_2Hg_3 cu Ag=26,4% și Hg=73,6% sau Ag=27,5%, Hg=72,5% (Chalanches, Franța).

Ocurență. Apare în cristale fine (Bavaria); la Sala (Suedia); la Chalanches (Franța).

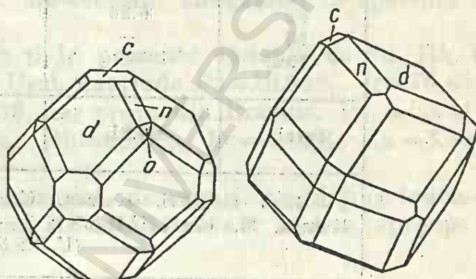


Fig. 3. Cristale de moschellandsbergit: c(001): n(112): o(111): d(011).

B. Grupa platinei

Platina, paladium și iridiul cristalizează cubic avînd o structură similară cuprului.

Osmiul, aliajul iridiului cu osmiu și allopaladinitul cristalizează hexagonal.

Analizele asupra platinei native indică prezența grupului metalelor platinice (Pd, Ir, Os, Rh), a metalelor din grupa aurului (Au, Cu) și a celor din grupa fierului (Fe, Ni). Fierul este un constituent permanent, conținuturile fiind variabile.

PLATINA Pt

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ 3\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,916$ Å; conține 4 Pt.

Habitus: cristale cubice, frecvente granule slab rotunjite. Forme principale: a(001), d(011), o(111), f(013), e(012), 1(035), g(023). *Macle*: (111). *Clivaj*: absent. *Spărtură*: colțuroasă. Maleabil și ductil. $H=4-4^1/_2$; variază în funcție de conținutul în fier. $G=14-19$. Nemagnetic; varietățile bogate în fier slab magnetice. *Culoare*: alb, cenușiu-strălucitor, cenușiu-închis. *Luciu*: metalic.

Proprietăți optice. Opac; în lumină reflectată colorat în alb, izotrop. *R* în aer pentru verde 70%, oranj 73%, roșu 70%; n=2,06.

Chimism. Platină sau aliaj cu iridiu, iridosmiu, rodiu, paladiu, fier în cantități apreciabile, uneori cupru, aur, nichel.

Tabelul 5

Analize chimice

	1	2	3
Pt	90,16	87,47	80,30
Ir	0,33	1,24	5,26
Os	—	0,48	—
Ir-Os	0,18	—	8,76
Rh	1,32	0,25	0,50
Pd	1,18	0,85	0,30
Au	—	0,02	—
Cu	0,38	0,71	2,05
Fe	6,26	7,41	2,63
Ni	—	0,10	—
Rez.	—	1,04	—
Total	99,81	99,57	99,80

1 — Rîul Gousevi, Kamen, Ural (U.R.S.S.); 2 — Denejkin Kamen, M. Ural (U.R.S.S.); 3 — Rîul Omoutnaia, M. Ural (U.R.S.S.).

Varietatea polixen, nemagnetică, este cenușiu-strălucitoare sau albargintie, cu Pt=80—90% și Fe=3—11%. Platină rodiferă cu un conținut de 4% Rh.

Ocurență. De origină lichid-magmatică, platina apare în procesul de diferențiere la formarea rocilor ultrabazice și bazice, gabbrouri cu olivină, piroxenite, peridotite și dunite; deseori determină concentrații importante. Mineralele care se asociază sînt de regulă olivina, piroxenii, cromitul și magnetitul. Platina se asociază deseori în filonașe de cuarț cu hematit, clorit, uneori piroluzit, iar în formațiunile de contact deseori cu grosular. Rezistentă la atacul agenților fizici, este întîlnită cu frecvență ridicată în aluviuni. În roci ultrabazice și bazice apare în U.R.S.S. și în Africa de Sud (Transvaal). În formațiuni metamorfice de contact se găsește în roci cu wollastonit și grossular în insula Sumatera. În aluviuni se întîlnește în Columbia (rîul Pinto); în U.R.S.S., în M. Ural, la Nijni Taghil, Denejkin Kamen, de la nord de Bogoslovsk pînă la sud de Sverdlovsk; în Finlanda (rîul Ivalo); în Insula Kalimantan; în Australia, în statul New South Wales la Broken Hill; în Noua Zeelandă la Takaka; în Brazilia; în Peru; în Africa de Sud, în masivul Bushveld, în mina Rustenburg, în Transvaal la Onverwacht și Mooihoek; în S.U.A. în Alaska; în Canada în Columbia Britanică. În R. S. România apare extrem de rar, în aluviuni aurifere, cu granule de plumb și zinc la Pianu de Sus.

PALADIUM Pd

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,88 Å; conține 4 Pd.

Habitus: uneori octaedric, de regulă granule, dezvoltări fibroase cu aspect radiar. *Clivaj*: absent. Ductil, maleabil. $H=4^1/_2-5$. $G=11,5$. $F=1\,556°C$. *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb, cenușiu-strălucitor.

Proprietăți optice. Opac, în lumină reflectată colorat în alb cu reflexe alb-cenușii, bireflexie slabă, izotrop. R pentru verde 69%, oranj 70%, roșu 7,5%.

Ocurență. Rar întîlnit în natură; în Columbia în Intendincia Chocö; în Brazilia la Itabina, Minas Geraes; în U.R.S.S. în M. Ural; în Africa de Sud în Transvaal.

PLATINIRIDIUM (Ir, Pt)

Sistemul de cristalizare: cubic 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,83$ Å; conține 4 Ir.

Habitus: cubic, agregate granulare. Forme principale: a(001), d(011), o(111), f(013), θ(034). *Macle*: (111), uneori polisintetice. *Clivaj*: (001) foarte slab. *Spărtură*: colțuroasă. Slab maleabil. $H=6-7$. $G=22,65-22,84$. $F=2\,360°C$. *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb-cenușiu, alb-gălbui; în spărtură cenușiu.

Chimism. Conține, alături de Pt și Ir, procente variabile de Pd, Rh, Fe, Cu. Proba de la Nijhni Taghil, M. Ural, cuprinde Pt=19,64%, Ir=76,85%, Pd=0,89%, Cu=1,78%, total=99,16, iar proba din Brazilia, Pt =55,44%, Ir=27,79%, Os=urme, Pd=0,49%, Rh=6,86%, Fe=4,14%, Cu=3,30%, total=98,02.

Ocurență. Destul de rar, apare asociat, de regulă, cu platina îndeosebi în M. Ural, în Brazilia, în California, iar asociat cu aur la Ava, aproape de Mandalay, în Birmania.

C. Grupa newjanskitului

NEWJANSKIT (Ir, Os)

SÎSERSKIT (Os, Ir)

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,5961.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=2,714$; $c_0=4,30$ Å; conține 2 Os.

Habitus: tabular (0001), rar cristale prismatice [0001], granule neregulate, uneori puternic aplatizate. Forme principale: c(0001), m(10$\bar{1}$0), a(11$\bar{2}$0), p(10$\bar{1}$1), r(11$\bar{2}$2). *Clivaj*: (0001) perfect. Foarte slab maleabil. $H=6-7$. $G=19-21$. *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb de staniu — varietatea iridosmiu și alb-strălucitor — sîserskitul. *Urmă*: cenușiu-închis.

Proprietăți optice. Opac, în lumină reflectată colorat alb-strălucitor, uneori gălbui; slab anizotrop cu bireflexie clară. R pentru verde 67,5%, oranj 66%, roșu 67%.

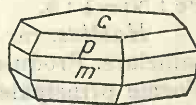


Fig. 4. Cristal de iridosmium: c(0001) m(10$\bar{1}$0); p(10$\bar{1}$1).

Chimism. Componenții esențiali sînt Ir și Os; Ir ~77% și 80% Os. Ru, Rh, Pt apar permanent. La acestea se adaugă frecvent un conținut scăzut în Fe și Cu, care substituie Ir și Os. În general Ir>Os fiind denumit newjanskit (iridosmium). Cînd Os>Ir poartă denumirea de sîserskit. Ru poate atinge în unele varietăți de sîserskit

conţinuturi de 14,1%, iar în newjanskit, Rh atinge proporţia de 11,25%; varietatea platină-newjanskit arată proporţii de 10% Pt,[1] în poziţiile caracteristice Ir şi Os. Pentru sîserskit, conţinutul în Pt este de 13,6%, iar de Rh în jur de 4,5%.

Ocurenţă. Se găsesc în asociaţie cu platina, îndeosebi în M. Ural la Sîssertskit (sîserskitul) şi aproape de Nijni Taghil la Newjansk (newjanskitul), apoi în Iacuţia, Siberia şi Transbaicalia. Asociate aurului, apar în conglomerate la Witwatersrand (Africa de Sud); în I. Tasmania şi I. Kalimantan; în Brazilia la Chocö Colombia; în S.U.A., în nordul Californiei şi în statul Oregon; în Canada la Dease Lake, Quesnel, Granit Creek, Similkameen şi la Ruby Greek, Atlin, Rivière du Loup, Beauce County în provincia Quebec.

D. Grupa fierului şi a mineralelor din meteoriţi

Fierul apare sub două modificaţii: α — fierul, stabil la temperatură normală, cu structură caracteristică de reţea cubică centrată intern; γ — fierul, cu reţea cristalină, cubică centrată pe feţe. Nichelul are o structură cristalină, cub cu feţe centrate de tipul structurii cuprului. Între α-fier şi nichel se realizează soluţii solide pînă la 30% Ni, în condiţii de temperatură normală, iar nichelul include pînă la 70% fier în aceleaşi condiţii. Fierul natural, care prezintă un conţinut în Ni pînă la 2—3%, este denumit *ferrit*, iar varietatea întîlnită în meteoriţi este denumită *kamacit*. Nichel-fierul nativ arată Ni în proporţie de la 30 la 75% Ni în produsele terestre; varietatea din meteorite este numită *taenit*.

Tabelul 6

Caracteristicile celulei elementare

Kamacit	Taenit
Ni — 5,43% Cubic a_0=2,859 Å $d_{(110)}$=2,022 $p_{(111)}$=2,476	Ni — 30,85% Cubic a_0=3,590 Å $d_{(111)}$=2,073 $p_{(1\bar{1}0)}$=2,538

FIER Fe

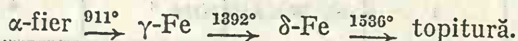
Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m 3 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: α-fier a_0=2,866 Å, Z=2; kamacitul a_0=2,859 Å, conţine 2 (Fe, Ni). Awarnitul compus intermetalic a_0=3,59 Å. Fe : Ni=1 : 3.

Habitus: rar în cristale, fier teluric, mase largi, în meteoriţi cristale plate, lamelare. Produsele artificiale, cristale octaedrice, rar cubice, frecvent dendrite. Forme principale: a(001), d(011), o(111). *Macle*: (111), plan de asociere (112), masele lamelare. *Clivaj*: (001) slab, foarte slab după (112). *Spărtură*: aşchioasă. Maleabil. *H*=4—5. *G*=7,3—7,8. *Luciu*: metalic. *Culoare*: cenuşiu-strălucitor, negru de fier. Magnetic.

Proprietăți optice. Opac; în lumină reflectată are culoare albă; este izotrop. *R* pentru verde 64%, oranj 59%, roșu 58%, iar în imersie pentru verde 50% oranj 51%, roșu 47,5%.

Chimism. Fier, la care se determină permanent Ni de regulă în jur de 7%. Se întîlnește și Co, Cu, S, C, P. Prin încălzire au loc transformări:



$$\alpha\text{-fier} \xrightarrow{911°} \gamma\text{-Fe} \xrightarrow{1392°} \delta\text{-Fe} \xrightarrow{1536°} \text{topitură.}$$

Tabelul 7

Analize chimice

	1	2	3	4
Fe	99,160	97,79	93,75	93,09
Ni	—	0,11	5,43	6,69
Co	—	0,23	0,58	0,25
Cu	—	0,10	—	—
Mn	—	0,57	—	—
C	0,065	—	—	0,02
P	0,207	1,07	0,19	—
S	—	0,13	0,08	—
SiO_2	0,370	—	—	—
Total	99,802	100,00	100,03	100,05

1 — Cameron — teluric; 2 — Insula St. Josephs — teluric; 3 — Ceros de Buey Huerto, Chile — meteorit (kamacit); 4 — Welland, Ontario — meteorit (kamacit).

Varietatea de fier terestru, ferrit, unde fierul este relativ pur, conține maximum 2% Ni.

Ocurență. Fierul terestru este o raritate; se întîlnește în roci eruptive, în special în bazalte (Groenlanda), în sedimente carbonacee (Missouri), în amestec cu limonitul sau în material organic. Fierul prezent în roci eruptive arată o origine primară magmatică, iar cel din formațiuni sedimentare este un produs secundar, rezultat probabil din procesele de reducere asupra substanțelor organice. Cele mai importante puncte de apariție sînt în insula Desko (Groenlanda), în bazalte la Blaefjeld, la Fortune Bay Mellemfjord Asuk, apoi la Niokomak Disko Bay. În Turingia apare la Weimar și la Mühlhausen, asociat piritei din nodulele calcaroase, în Franța la Auvergne, în trahite; în U.R.S.S. la Grușersk, lîngă Don; în Canada, în asociație cu feldspați, la Cameron Township, Nipissing; în S.U.A. la New Brunswick, statul New Jersey.

NICHEL-FIER (Ni,Fe)

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,590 Å; conține 4 (Fe, Ni).

Habitus: varietate terestră, granule neregulate, în meteoriți asociat cu kamacit, în concreșteri regulate sau borduri fine. *Clivaj:* absent. Maleabil și flexibil. *Luciu:* metalic. *Culoare:* ca argintul, alb-cenușiu. H=5. G=7,8–8,22. Magnetism ridicat.

Chimism. (Ni, Fe) cu Ni 77% pînă la 24%, alături de Co, Cu, P, S, C. Plessitul este termenul între kamacit și taenit.

Analize chimice

Tabelul 8

	1	2	3	4	5
Fe	21,45	21,87	22,30	61,89	68,13
Ni	76,60	76,16	76,48	36,95	30,85
Co	1,19	1,37	—	0,36	0,69
Cu	0,66	0,49	1,22	—	0,33
P	0,04	0,08	—	—	—
S	0,06	0,03	—	—	—
Rez.	—	—	—	0,80	—
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

1 — South Fork; 2 — Hoole Canon, Pelly, rîul Yukon; 3 — Fraser River; 4 — Taenit tabular; Bischtübe — meteorit; 5 — Taenit; Canon Diablo — meteorit.

Ocurență. Varietatea de nichel-fier terestru a fost semnalată pe rîul Gorge, Awarne Bay, Noua Zeelandă. În asociație cu platină, sub formă de incluziuni, apare în U.R.S.S. la Bobrovka, Nijni Taghil, M. Ural; în Italia pe rîul Elvo în Piemonte; în S.U.A. la Josephine, pe rîul Smith Del Norte, California; în Canada pe rîul Traser; în Brazilia la Santa Catharina, din meteoriți.

COHENIT $(Fe,Ni)_3C$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,891 : 1 : 1,329.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,53$; $b_0=5,08$; $c_0=6,75$ Å; conține $Fe_{12}C_4 \cdot Z=4$.

Habitus: cristale plate, rar remarcîndu-se fețe. *Clivaj:* (100), (010), (001). $H=5^1/_2-6$. $G=7,20-7,60$. Puternic magnetic. *Culoare:* alb de staniu, cu reflexe indigo, bronz, galben de aur.

Chimism. Curbură de fier și nichel $(Fe, Ni)_3C$; frecvent este prezent și Co.

Analize chimice

Tabelul 9

	1	2	3	4	5
Fe	93,30	89,81	82,70	91,69	92,73
Ni	—	3,08	9,90	2,21	0,95
Co	—	0,69	2,21	—	0,39
C	6,70	6,42	5,10	6,10	5,93
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

1 — Fe_3C; 2 — Măgura — meteorit; 3 — Wichita (Texas) — meteorit; 4 — Canon Diablo (Arizona) — meteorit; 5 — Ovifak (Groenlanda) — fier teluric.

Ocurență. În cristale tabulare sau alungite, asociat schreibersitului, cohenitul se găsește în meteoriții de fier și uneori în fierul teluric; în meteoriții de la Măgura — R.S. România, Bendego — Brazilia, Wichita County — Texas, Canon Diablo — Arizona, Ovifak și Niakornak — Groenlanda.

MOISSANIT (SiC)

Sistemul de cristalizare: hexagoanl, 6 m m.

Relația axială: a : c=1 : 4,9060.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,076; c_0=15,07 Å; conține Si_6C_6. Z=6.

Habitus: tabular (0001). *Clivaj*: absent. *Spărtură*: concoidală. *H*=9½. *G*=3,2. *Luciu*: metalic *Culoare*: verde, uneori negru.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, indicii de refracție variază (tab. 10); ușor pleocroic: ω=albastru-deschis, ε=albastru-indigo. Uniax pozitiv.

Tabelul 10

λ	755	Li	589	Tl	416
ω	2,616	2,633	2,654	2,675	2,757
ε	2,654	2,673	2,697	2,721	2,812

Ocurență. În meteoritul de fier de la Canon Diablo — Arizona. Produsul artificial de (Si C) este denumit *carborundum*.

OSBORNIT (TiN)

Sistemul de cristalizare: cubic.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,25 Å.

G=5,37. *Culoare*: galben-auriu.

Ocurență. Se întîlnește inclus în oldhamit și piroxen în meteoritul de la Bustee (India).

SCHREIBERSIT $(Fe,Ni)_3P$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, $\bar{4}$.

Relația axială: a : c=1 : 0,4909.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,013; c_0=4,424 Å; conține $(Fe, Ni)_{24}P_8$.

Habitus: rare cristale, uneori fragmente cu fețe terminale, cristale tabulare sau noduli. Forme principale: a(100), m(110), d(011). *Clivaj*: (001) perfect sau (010), (110) prismatic, imperfect. *H*=6½–7. *G*=7,0–7,3, variază în funcție de conținutul în Ni. *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb de argint, alb de staniu, galben-închis sau brun. Puternic magnetic.

Chimism. O fosfură de fier și nichel cu frecvente prezențe ale Co și Cu.

Analize chimice — Tabelul 11

	1	2	3	4
Fe	68,37	66,92	58,54	51,10
Ni	10,07	18,16	26,08	34,13
Co	0,52	0,62	0,05	0,30
Cu	—	—	urme	—
P	15,12	14,88	15,37	14,00
Rez.	5,31	—	—	—
Total	99,39	100,58	100,04	99,53

1 — Zacatecas — meteorit (incluziuni de Cr 0,32, S 0,39, cromit 4,60); 2 — Beaconsfield meteorit; 3 — Canon Diablo — meteorit; 4 — Perryville — meteorit.

Varietatea roz rhabdit prezintă în general cristale plate sau mase aciculare.

Ocurență. Apare în meteoriții de fier, asociat kamacitului, troilitului și grafitului. Este întîlnit la Commentry și Cranzac, în Franța.

STANIU Sn

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 0,5455.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,82; c_0=3,18 Å; conține 4Sn · Z=4.

Clivaj: nu se distinge. *Spărtură:* colțuroasă. Maleabil și ductil. *H*=2. *G*=6,98. *F*=231,8°. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu.

Ocurență. Se întîlnește în aluviuni aurifere, în conglomerate sau în ganga unor minereuri de uraniu la Beaverlodge (provincia Saskatchewan, Canada) și în insulele Vulcano și Stromboli.

ZINC Zn

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,8560.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=2,6591; c_0=4,9353 Å; conține 2 Zn.

Clivaj: (0001) perfect. *H*=2. *G*=6,9—7,2. *F*=420°. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-cenușiu. *Urmă:* alb-cenușie.

Ocurență. Se întîlnește în Australia (New South Wales), Noua Zeelandă, S.U.A. (statele Alabama, Colorado, California). Semnalat și ca depunere exhalativă.

II. SEMIMETALE ȘI NEMETALE

A. Grupa arseniului

Elemente cristalizate în sistemul trigonal $\bar{3}$ 2/m; structura de tipul arseniului, cu 8 atomi; rețeaua elementară, romboedru, se aseamănă cu o structură cubică de tip NaCl, deformată. Prezintă aceleași forme morfologice, același clivaj. Cu chimism diferit, dar apropiat ca proprietăți allemontitului.

Tabelul 12

Proprietăţi caracteristice

	As	Allemnontit	Sb	Bi
a_0	4,142	4,336	4,501	4,736
α	54°07′	55°36′	57°05′	57°16′
H	$3^1/_2$	3—4	$3-3^1/_2$	$2-2^1/_2$
G	5,704	6,277	6,680	9,753

Cu cît creşte caracterul metalic asistăm la o descreştere a durităţii şi o creştere a greutăţii specifice.

ARSEN As

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relaţia axială: a : c=1 : 1,4013; α=85°38′; λ=111°41′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,6 Å; conţine 2 As. Axele hexagonale: a_0=3,768; c_0=10,574 Å; conţine 6 As.

Habitus: pseudocubic (01$\bar{1}$2), forme comune, deseori aciculare, în general granule masive cu structuri concentrice, mase reticulare, reniforme, stalactitice, mai rar cristale columnare. Forme principale: c (0001), e (10$\bar{1}$4), h (30$\bar{3}$4), z (01$\bar{1}$8), p (01$\bar{1}$2), f (02$\bar{2}$1). *Macle:* plan de maclă (10$\bar{1}$4), rare. *Clivaj:* (0001) perfect, (10$\bar{1}$4) bun. *Spărtură:* neregulată. *H*=3 $^1/_2$. *G*=5,4—5,9. *Luciu:* aproape metalic în spărtură proaspătă. *Culoare:* alb de staniu, cenuşiu-închis. *Urmă:* albă, cenuşie.

Proprietăţi optice. În lumină reflectată, culoarea este albă; bireflexie moderată, deseori se remarcă anizotropie. *R* pentru verde 61,5%, oranj 50%, roşu 50%.

Chimism. Conţine puţin antimoniu, fier, argint, sulf, rar bismut şi vanadiu.

Ocurenţă. Apare în filoane hidrotermale, asociat cu minerale de nichel, cobalt sau argint; uneori se asociază baritinei, cinabrului, realgarului, auripigmentului, stibinei, galenei, blendei, piritei; apare şi în calcare dolomitice.

În R. S. România este întîlnit excepţional în zăcăminte pirometasomatice în provincia banatitică (Oraviţa, Ciclova Română) şi ceva mai frecvent în filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen (Baia Mare, Cavnic, Săcărîmb, Hondol, Zlatna, Întregalde). Deseori, ca produs secundar.

Ca depuneri metacoloidale apare în R. D. Germană la Freiberg, Annaberg, Marienberg şi Schneeberg, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov, în Norvegia la Kongsberg, în Chile la Chanarcillo, apoi în Mexic, în Noua Zeelandă, în S.U.A. la Haverhill şi Jackson (Colorado), în U.R.S.S. la Sadonsk, Cicoia, Djalinda.

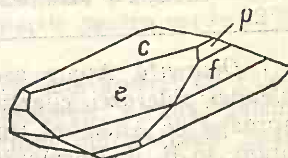


Fig. 5. Cristal de arsen: e(10$\bar{1}$4); c(0001); p(01$\bar{1}$2); f(02$\bar{2}$1).

ARSENOLAMPRIT As

Formă alotropă a arsenului, forme masive sau fibroase sau mase foioase. Cristalizează în sistem rombic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,63$; $b_0=4,45$; $c_0=10,96$ Å.

Clivaj: perfect după o singură direcţie (001). $H=2$. $G=5,3-5,58$. *Luciu:* metalic-strălucitor. *Culoare:* cenuşiu de plumb. *Urmă:* neagră.

Ocurenţă. Întîlnit prima dată la Marienberg (R. D. Germană), unde conţine 3% Bi, apoi la St. Marie (Alsacia) şi la Capiopo (Chile).

ALLEMONTIT (As, Sb)

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,336$ Å; $\alpha=55°36'$; conţine (As,Sb). Z=1.

Habitus: cristale fibroase, mase reniforme, cristale lamelare cu muchiile curbate, granule fine. *Clivaj* perfect după o direcţie. $H=3-4$. $G=5,8-6,2$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu, cenuşiu-roşcat, brun-negru. *Urmă:* cenuşie.

Proprietăţi optice. În lumină reflectată sînt vizibile concreşterile între cei doi constituenţi; se aseamănă cu arsenul pur; concreştere internă între As şi Sb; în funcţie de raportul dintre cei doi termeni variază capacitatea electrică.

Chimism. Compus intermetalic.

Tabelul 13

Analize chimice

	1	2	3
Sb	61,90	61,50	37,85
As	38,10	35,00	62,15
Bi	—	0,02	—
Fe	—	0,85	—
S	—	0,20	—
Rez.	—	2,20	—
Total	100,00	99,77	100,00

1 — As,Sb; 2 — Varuträsk (Suedia), omogenizat; 3 — Allemontit, granule în As.

Ocurenţă. Apare asociat arsenului, antimoniului, kermesitului, stibinei, blendei, siderozei, cuarţului, calcitului. În Franţa se întîlneşte la Chalanches, aproape de Allemont, în departamentul Isère, în R. S. Cehoslovacă la Příbram, în R. F. Germania în M. Harz (la Andreasberg), în R. D. Germană la Marienberg, în Italia la Valtellena, în S.U.A. la Ophir, Comstock Lode (Nevada), în Suedia la Varuträsk. Se transformă prin alterare în *valentinit* sau *arsenostibit*.

ANTIMONIU Sb

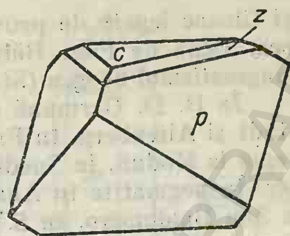


Fig. 6. Cristal de antimoniu: c(0001); p$(01\bar{1}2)$: z$(01\bar{1}8)$.

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,3236; α=86°54'. λ=110°37'.

Dimensiunea celulei elementare: a_0: 6,20 Å; conține 2 Sb. *Axele hexagonale:* a_0=4,301; c_0= 11,26 Å; conține 6 Sb.

Habitus: pseudocubic $(01\bar{1}2)$, tabular (0001), în general masiv, lamelar, uneori cu dispoziție radiară, mase reniforme sau granulare. Forme principale: c(0001), a$(11\bar{2}0)$, e$(10\bar{1}4)$, r$(10\bar{1}1)$, z $(01\bar{1}8)$, P $(01\bar{1}2)$, x $(3.2.\bar{5}.16)$. *Macle:* $(10\bar{1}4)$ comune, grupe complexe polisintetice. *Clivaj:* (0001) perfect, $(10\bar{1}1)$ slab, $(10\bar{1}4)$ imperfect, $(11\bar{2}0)$ imperfect. *Spărtură:* neregulată. H=3–3 $^1/_2$. G=6,61–6,72. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu. *Urmă:* cenușie.

Proprietăți optice. În lumină reflectată colorat în alb-strălucitor; reflectivitate ridicată, bireflexie slabă, anizotropie clară. R pentru verde 67,5%, oranj 58%, roșu 55%.

Ocurență. Se găsește asociat argintului, arsenului, stibinei și allemontitului; de asemenea, apare alături de blendă, pirită, galenă, cuarț. Întîlnit în R. S. Cehoslovacă la Přibram, în R. F. Germania în M. Harz (la Andreasberg), în Franța la Allemont în Isère, în Sardinia aproape de Sarrabus, în Suedia aproape de Sala, în Australia în statele Queensland și New South Wales, în Chile la Huasco în Atacama, în S.U.A. la South Riverside, Riverside County (California), în Canada la South Ham, Wolfe County (Quebec). Trece prin alterare în *valentinit.*

BISMUT Bi

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,3036; α=87°34', λ=110°33'.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=6,56 Å; conține 2 Bi; axele hexagonale: a_0=4,55; c_0=11,85 Å; conține 6 Bi.

Habitus: rar sub formă de cristale individuale; sînt grupate paralel, mozaicat sau în trepte; dezvoltări arborescente, granule, mase foioase. Forme principale: r$(10\bar{1}1)$, c(0001), m$(10\bar{1}0)$. *Macle:* $(10\bar{1}4)$, frecvent polisintetic, produse prin presiuni mecanice. *Clivaj:* perfect după (0001). H=2–2 $^1/_2$. G= =9,70–9,83. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de argint, alb-roșietic. *Urmă:* alb de argint.

Proprietăți optice. În lumină reflectată colorat în alb-crem, ușor gălbui; bireflexie slabă, anizotropie clară, care în imersie devine puternică. R în aer pentru verde 67,5%, oranj 62%, roșu 65%; în imersie pentru verde 52%, oranj 51%, roșu 48%.

Ocurență. În formații pegmatitice-pneumatolitice este asociat cu calcopirită, arsenopirită, pirotină, pirită, bismutină, molibdenit, blendă, galenă, wolframit, casiterit, cubanit, cobaltină. În formațiuni hidrotermale apare împreună cu smaltină, safflorit, löllingit, bismutină, sulfosăruri de bismut, cupru, argint, nichelină, breithauptit, minerale de argint și uraniu. În R. S. România se găsește în mineralizații colbaltifere impregnate în șisturi cristaline (Bădeni), în filoane legate de magmatismul paleozoic (Lipova), în skarne

şi filoane legate de provincia banatitică (Oraviţa, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Băiţa — jud. Bihor), în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (Stănija, Zlatna).

În R. D. Germană este citat la Schneeberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt şi Altenberg, în Franţa la Meymac în departamentul Corrèze, în Norvegia la Modun, în Suedia la Brodabo, aproape de Falun, în insula Madagascar, în pegmatite în Australia la Chillagoo în statul Queensland, în Bolivia la San Baldomero, în S.U.A. la Monroe (Connecticut), la Chesterfield (Carolina de Sud), la Animas Boulder County (Colorado), în Canada la Cobalt (statul Ontario).

B. Grupa telurului

Cuprinde semimetale care cristalizează trigonal, 3 2, care au structură cristalină hexagonal simplă. Seleniu: $a_0=4{,}34$; $c_0=4{,}95$ Å. Teluriu: $a_0=4{,}44$; $c_0=5{,}91$ Å. Avînd aceeaşi structură au aceleaşi aspecte morfologice şi acelaşi tip de clivaj. Sînt miscibile, dau soluţii solide ca selen-telur SeTe, cu proprietăţi intermediare între cele ale sulfului şi cele ale arsenului.

SELENIU Se

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 2. Se cunoaşte şi o formă prismatică monoclinică cu $a_0=12{,}8$; $b_0=8{,}1$; $c_0=9{,}3$ Å; $\beta=93°$.

Relaţia axială: a : c=1 : 1,1341.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4{,}34$; $c_0=4{,}05$ Å; conţine 3Se · Z=3.

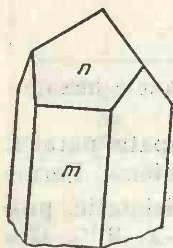


Fig. 7. Cristal de seleniu: m(10$\bar{1}$0); r(10$\bar{1}$1).

Habitus: acicular [0001], cristale tabulare, forme comune: m (10$\bar{1}$0), a (11$\bar{2}$0), h (21$\bar{3}$0), h′ (3$\bar{1}\bar{2}$0), r (10$\bar{1}$1), e (01$\bar{1}$2), f (2$\bar{1}\bar{1}$3). *Clivaj:* (0112) bun, cristale flexibile. $H=2$. $G=4{,}81$. $F=220°$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu. *Urmă:* roşie. Conducător de electricitate. Transparent în fragmente subţiri.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă, indicii de refracţie în λ_{Na}: $\omega=3{,}00$ şi $\varepsilon=4{,}04$. În lumină reflectată are reflexie foarte puternică, bireflexie clară; ω=alb cu reflexe crem, ε= =cenuşiu-închis; anizotropie puternică.

Ocurenţă. Este puţin răspîndit. Se cunoaşte în Platoul Colorado sub forme de cruste (în Arizona la Jerome, Yavapai), noduli (în R. S. Cehoslovacă la Kladno). Adesea, în unele sulfuri ca blendă, galenă, pirită.

SELEN — TELUR (Se, Te)

Mase columnare. *Clivaj:* prismatic perfect. $H=2-2\,^1/_2$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu-închis. *Urmă:* neagră.

Chimism. Soluţie solidă Se şi Te, raportul Te : Se este 3 : 2; analizele arată Te=70,69%, Se=29,31%, total 100,00 %. Temperatura de miscibilitate 200°—450°.

Ocurenţă. În gangă de cuarţ şi baritină la mina El Plomo (mină de argint), districtul Ojojona, Tegucigalpa — Honduras.

TELURIU Te

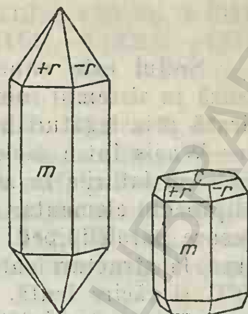


Fig. 8. Cristal de telur: m(10$\bar{1}$0); r(10$\bar{1}$1); — r(01$\bar{1}$1): c(0001).

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 2.

Relația axială: a : c=1 : 1,3298.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,445; c_0=5,91 Å; conține 3 Te.

Habitus: prismatic pînă la acicular [0001], cu (10$\bar{1}$1) și (01$\bar{1}$1) bine dezvoltat. De regulă, cristale bine individualizate, grupate, cristale columnare sau granule fine. Forme caracteristice: c (0001), m (10$\bar{1}$0), r (10$\bar{1}$1), — r (01$\bar{1}$1). *Clivaj:* (10$\bar{1}$0) perfect, (0001) imperfect. *H*=2—2 1/2. *G*=6,1—6,3. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu. *Urmă:* cenușie.

Proprietăți optice. În lumină reflectată colorat în alb, cu reflexibilitate foarte puternică, bireflexie scăzută, anizotropie puternică. *R* pentru verde 63,5%, oranj 63%, roșu 55%.

Chimism. Substituiri ale Te cu Se; în soluție solidă sînt prezenți și Fe, Au, Ag.

Tabelul 14

Analize chimice

	1	2	3
Te	97,92	92,29	96,94
Se	urme	—	—
Au	0,15	3,40	2,40
Ag	—	1,69	—
Fe	0,53	0,12	—
Rez.	1,62	2,44	—
Total:	100,22	99,94	99,34

1 — Zlatna (R. S. România); 2 — Ballarat (S.U.A., Colorado); 3 — Hannans (Western Australia).

Ocurență. În R. S. România se găsește în mineralizații pirometasomatice-hidrotermale, legate de magmatismul banatitic (Oravița, Ciclova Română, Băița — Bihor), în filoane hidrotermale aurifere, legate de magmatismul neogen (Săcărîmb, Stănija, Techerău, Zlatna, Almașu Mare, Baia de Arieș). A fost descoperit pentru prima dată la Săcărîmb, atît ca element chimic cît și ca mineral. Mineral supergen, asociat aurului, telururilor de Au și Ag, piritei, galenei, alabandinei, apare în gangă de cuarț la Kalgoorlie, Hannans (Western Australia), la Sapporo în insula Hokkaidō și în peninsula Izu (Japonia). În S.U.A. se găsește în statul Colorado la Cripple Creek, Teller County, Magnolia, Goldhill, Ballarat, Boulder County, Vulcan, Garfield County.

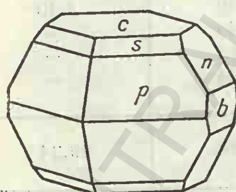
C. Grupa sulfului

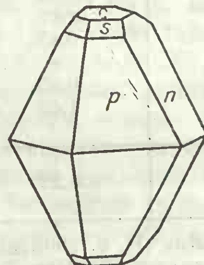
Sulful este cunoscut în trei modificații polimorfe: 1) α-sulf cristalizează în sistemul rombic, prezintă structură moleculară complicată, caracterizată prin legături homeopolare între atomii moleculei și prin legături Van der Waals între molecule. Moleculele sînt formate din opt atomi legați în inele cu laturile în zig-zag, formînd un unghi de 105° între legături. Paralelipipedul elementar cuprinde 16 asemenea molecule S_8 din 128 atomi pentru fiecare paralelipiped. Ruperea moleculelor și legarea lor în continuare conduce la structuri catenare sulfamorf; 2) β-sulf rezultă prin topire la peste 95°C și răcire lentă, cristalizează în prisme monoclinice, este instabil sub temperatura de 95,6°C, cînd este în stare labilă. Este stabil doar în domeniul de la 85,6°C–119,5°C; 3) γ-sulf apare în prisme aciculare monoclinice și se transformă în α-sulf la temperatura camerei.

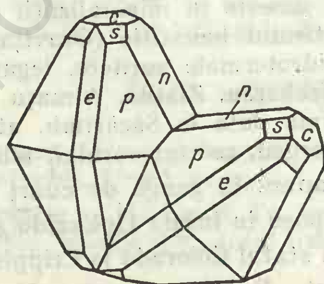
α-SULF S

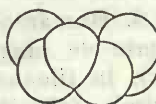
Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,8131 : 1 : 1,897.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=10,47; b_0=12,845; c_0=24,37 Å; conține 128 S.
Habitus: bipiramide (111), cristale tabulare (001), bisfenoidale (111), mase masive, reniforme, stalactitice, stalagmite, mase pulverulente.

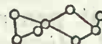
(001) ∧ (011)=62°18′
(001) ∧ (101)=66°52′
(001) ∧ (111)=53°13′
(001) ∧ (113)=45°11′
(111) ∧ (111)=36°39′
(111) ∧ (111)=73°34′











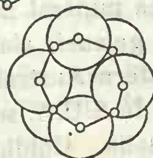


Fig. 9. Cristale de sulf.

Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), v (013), n (011), u (103), e (101), t (115), o (114), s (113), y (112), p (111), δ (221), γ (331), z (135).

Macle: (101), (011), (110) rare.

Clivaj: (001), (110), (111) imperfect, (111) foarte slab. *Spărtură:* concoidală și neregulată. *Luciu:* rășinos sau gras pe spărtură, adamantin pe fețe de clivaj. Transparent sau translucid. *Culoare:* galben de sulf, galben-pai, galben de miere, galben-brun. Cînd este impur poate fi cenușiu-verzui, roșietic. *Urmă:* alb-gălbuie. $H=1\,^1/_2-2$. $G=2{,}00-2{,}1$. *Topire:* 112,8°C. Rău conducător de căldură și electricitate; se încarcă cu electricitate negativă prin frecare.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în tonuri de galben, pînă la galben-brun, cu pleocroism slab r<v. Valorile indicilor de refracție și orientarea sînt reproduse în tabelul 15.

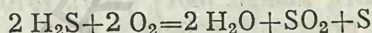
Tabelul 15

Proprietăți optice

	n_{Li}	n_{Na}	n_{Tl}
α=a	1,9398	1,9579	1,9764
β=b	2,0171	2,0377	2,0586
γ=c	2,2158	2,2452	2,2754
$2V_\gamma$	—	68°58′	68°46′

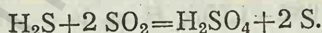
Chimism. Sulful natural conține minerale argiloase, bitumine și alte impurități. Varietatea cu seleniu, selen-sulf, este colorată în roșu-oranj, roșu-brun, conținutul în Se fiind 1%; de regulă se găsește sulf vulcanic la Kilauea, Hawaï, în Noua Zeelandă și insula Lipari.

Geneză. Sulf solfatarian rezultat din emanațiile de H_2S ale vulcanilor, din relația:



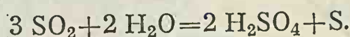
$$2\,H_2S+2\,O_2=2\,H_2O+SO_2+S$$

sau:



$$H_2S+2\,SO_2=H_2SO_4+2\,S.$$

SO_2 existent în emanațiile vulcanice se oxidează în prezența aerului și a vaporilor de apă și trece, conform reacției, în H_2SO_4 și S:



$$3\,SO_2+2\,H_2O=2\,H_2SO_4+S.$$

Se formează și printr-un proces de reducere a sulfatului de calciu, apărînd astfel în formațiuni terțiare legate de formațiuni gipsifere; procesul de reducere se realizează în prezența bitumenelor și a umidității. De regulă, acesta este lipsit de seleniu. Sulful apare în formațiuni hidrotermale, asociat unor sulfuri metalice în formațiuni sedimentare, impregnînd marne, calcare marnoase, sau ca sulf solfarian sub formă de vinișoare, în cuiburi sau geode. Sulful se formează și sub acțiunea organismelor, în bazine închise, unde sulfații sînt reduși de resturile organice, rezultînd H_2S, care, sub influența unor bacterii sulfuroase, este oxidat. Sulful se mai poate forma și din alterarea unor sulfuri cum sînt galena, blenda, pirita. Se depune și din

izvoare termale sulfuroase de suprafață prin oxidarea H_2S la suprafață, combinată cu activitatea biotică.

Ocurență. În R. S. România apare în mineralizații legate de magmatismul mezozoic (Poiana Mărului), în filoane hidrotermale banatitice (Oravița, Ciclova Română) sau neogene (Baia Sprie, Cavnic, Uroi — jud. Hunedoara, Săcărîmb, Roșia Montană), ca depunere solfatariană veche sau actuală în roci vulcanice neogene (Gura Haitii, Turia — jud. Covasna), ca depunere din ape minerale termale, legate frecvent de magmatismul neogen (Mureșenii Bîrgăului, Tușnad, Bățanii Mari — jud. Covasna, Micloșoara — jud. Covasna, Rupea, Covasna, Brețcu, Băile Herculane), sedimentar-solfarian, format din reducerea sulfaților în formațiuni miocene (Darabani, Tîrgu Ocna, Solonț, Tescani, Nadișa — jud. Bacău, Poiana Sărată, Grozești, Cîmpeni, Valea Sării — jud. Vrancea, Andreiașu de Jos, Andreiașu de Sus, — jud. Vrancea, Tega — jud. Buzău, Breaza, Năeni, Poiana Vărbilău — jud. Prahova, Cîmpina, Băicoi, Ocnița, Șotînga, Pucioasa, Vulcana-Băi — jud. Dîmbovița, Slatina, Băile Govora, Foleștii de Jos).

Sulf solfatarian se întîlnește în Spania la Corub; în Grecia; în U.R.S.S. în Kara-Kum; în S.U.A. în statul Utah la Cove Creck și în statul California la geiserul de la Napa în parcul Yellowstone, depus din fumarole. Sulf solfatarian apare în Italia la Solfatara, la Pozzoulli, aproape de Neapole, la Etna, în insula Vulcano, la Cesena Romagna lîngă Bologna, la Carara și la Toscana; în Islanda; în Japonia; în Mexic la Andes; în S.U.A. la lacul Charles în Calcasien Parish (Louisiana), la Treeport, Brazoria County (Texas), la Sulphurdale, Beaver County (Utah).

β-SULF S

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,9958 : 1 : 0,9998; β=95°46′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=10,92; b_0=10,98; c_0=11,04 Å; Z=6.

Habitus: tabular (001), alungit [001], [100], [010], pseudocubic, uneori forme scheletice. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), n (210), w (012), q (011), x (021), e (101), p (111), ω ($\bar{1}$11). *Macle:* (011), (012), (100). *Clivaj:* (001), (110). *G*=1,982–1,958. *H* ca la α-sulf. *Topire:* 219°.

Proprietăți optice. În lumină transmisă ușor colorat în galben sau incolor. Orientarea: α=b pe (110), $\alpha \wedge c$=44°. Birefringență moderată. Biax negativ. $2V_\alpha$ =58°.

γ-SULF S

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,0609 : 1 : 0,7094; β=91°47′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,50; b_0=13,16; c_0=9,29 Å. Z=4.

Habitus: cristale echidimensionale, tabulare (010), prisme scurte (110), rar aciculare [001], bipiramidale (111), ($\bar{1}$11), scheletice. Cristalele artificiale maclate (010). Forme: b (010), a (100), m (110), q (010), s (011), o (111). *Macle:* (101). *Clivaj:* absent. *Luciu:* adamantin. *H*=scăzută. *G* mai scăzută decît a α-sulfului.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este uşor gălbui sau incolor; $\beta=b$, $\lambda \wedge c=1\ ^1/_2°$. Refringența și birefringența ridicate.

Ocurență. Identificat în exalațiile vulcanului Siseto Ko din Japonia, în fumarole în insula Vulcano și insula Lipari.

D. Grupa carbonului

Carbonul se prezintă în două modificații polimorfe importante: diamantul β-C și grafitul α-C. *Diamantul* este cubic, cu o structură caracteristică, rețea cubică, care determină o duritate foarte ridicată, un luciu special, sclipitor, transparent, refringență foarte ridicată. *Grafitul*, cristalizat hexagonal, are o structură de tip rețea hexagonală, o duritate mică, clivaj puternic, habitus caracteristic și este opac.

DIAMANT C

Sistemul de cristalizare: cubic, $\bar{4}$ 3 m sau 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3{,}5595$ Å; conține 8 C.

Habitus: predominant cristale octaedrice, mai rar dodecaedrice și mai rar cubice, întîmplător tetraedrice, de multe ori combinații de forme; fețele au striațiuni dispuse în așa fel încît formează o scară, ceea ce imprimă cristalului un aspect piramidal. Sînt cristale cu fețe corodate; pe fețele de cub, figurile de coroziune sînt pătratice, în timp ce pe fețele de octaedru sînt

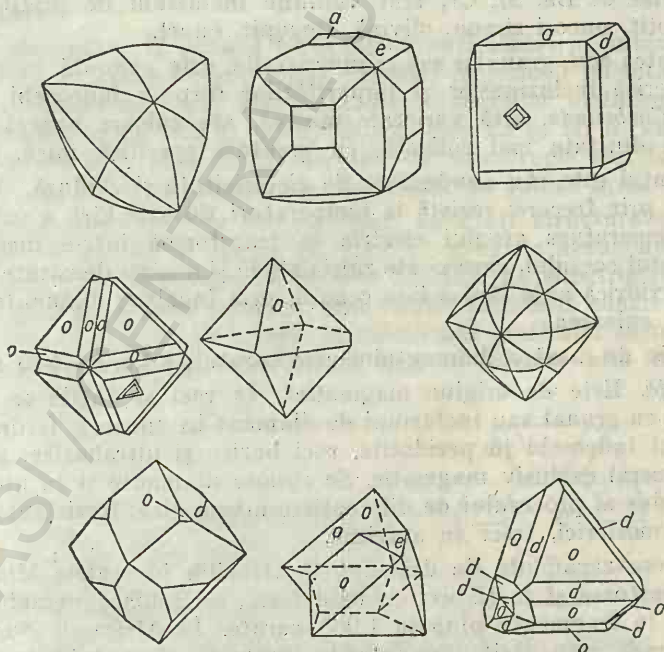


Fig. 10. Cristale de diamant: o(111); a(001); d(011).

triunghiulare și dispuse invers. Rar agregate granulare masive. Forme principale: c (001), o (111), d (011). *Macle:* (111) comune, simple și multiple, macle de penetrație și ciclice sau (001) și axul [001], rezultînd macle de întrepătrundere tetraedrice. *Clivaj:* (111) aproape perfect. *Spărtură:* concoidală. $H=10$. $G=3{,}50-3{,}53$. *Luciu:* adamantin; pe spărtură, gras. *Culoare:* galben-deschis, galben-închis, incolor, brun-pal, brun-închis, alb, alb-albăstrui, întîmplător oranj, culoarea piersicei, mov, verde, albastru, roșu sau negru. Transparent sau translucid. Varietățile netransparente conțin incluziuni. *Fluorescență* ridicată în ultraviolet.

Proprietăți optice. În lumină transmisă izotrop; birefringență datorită incluziunilor; dispersie ridicată. Indici de refracție ridicați:

λ	687,6	656,3	589,3(Na)	527,0	486,1	430,8;
n	2,4076	2,4103	2,4175	2,4269	2,4354	2,4513.

Chimism și structură. Atomii de carbon, în coordonare tetraedrică, constituie două rețele cubice cu fețe centrate, întrepătrunse la 1/4 din diagonala spațială a cubului elementar. Coordonarea tetraedrică rezultă din poziția a patru atomi de carbon în interiorul cubului elementar în centrul a patru cuburi parțiale alternative. Distanța dintre atomii de carbon este 1,54 Å. După direcția A^3 rețeaua diamantului apare formată din plane paralele, cu fața (111), în care atomii de carbon formează inele hexagonale, cu laturile făcînd un unghi de 109°28′ între ele. Aceasta explică forma octaedrică a cristalelor și clivajul perfect după (111).

În diamant impuritățile pot atinge 20% și constau în principal din SiO_2, Fe_2O_3, MgO, Al_2O_3, CaO, TiO_2; determinările spectroscopice pun în evidență și urme de Ba, Sr, Cr; sînt comune incluziuni de grafit, magnetit, ilmenit, biotit, uneori zircon, olivină, flogopit, cuarț.

Varietatea *bort*, granular sau criptocristalin, este colorată în cenușiu sau negru, datorită incluziunilor și impurităților dispuse îndeosebi pe planele de clivaj. *Carbonado*, altă varietate masivă, are culoare neagră sau negru-cenușie, cu duritate mai ridicată, cu greutate specifică mică. Este opac.

Diamantul este rău conducător de electricitate și căldură, devine electric pozitiv prin frecare; rezistă la temperaturi ridicate fără a suferi modificări; la temperatura arcului electric se transformă într-o masă poroasă, avînd aspectul cocsului, care poate zgîria sticla și a cărei densitate este 0,678; în flacără oxidrică arde fără a lăsa cenușă; prin încălzire diamantele colorate își schimbă culoarea.

Unitatea de masă a diamantului este caratul; 1 karat=215 mg.

Ocurență. Este de origine magmatică; în roci se întîlnesc concreșteri de diamant cu granat sau incluziuni de diamant în minerale feromagneziene. Este prezent îndeosebi în peridotite, roci bazice și ultrabazice, asociat cromitului, mineral exclusiv magmatic. Se cunosc diamante și în unele pegmatite, ca produs al procesului de diferențiere magmatică. Rezistent la acțiunea agenților atmosferici, trece în aluviuni.

Se cunosc zăcăminte de diamant în Brazilia în statele Minas Geraes, în gresii cuarțoase și în șisturi cu oxid feric, și Bahia, îndeosebi varietatea Carbonado, în fragmente pînă la 1 000 carate. În Africa de Sud, în parageneză primară, s-au găsit diamante de foarte bună calitate, la Kimberley, De Beer, Bultfontein, Dutoitspan; aici diamantele apar în coloane vulcanice

explozive, kimberlite, roci de tip peridotitic serpentinizate. Zăcăminte primare sînt şi în China în bazalte, în California, în U.R.S.S. în Siberia, Iakuţia, în bazinul Niprului şi al Bugului. Zăcăminte aluvionare sînt cunoscute în Brazilia, de ex. torentul Ribeiro-Manso, în împrejurimile oraşului Diamantina, apoi în Zair, Africa Centrală, Angola, Guineea, Tanzania, Venezuela şi în aluviunile din rocile de tipul kimberlitelor.

Cele mai importante cristale de diamant sînt: Florentin sau Grand Duke Toscana (133 carate); Regentul sau Pitt (137 carate); Koh i Noor (186 carate); Orloff (194 carate); Star South Bagagem (254 carate); Tiffany ($125\,^3/_8$ carate); Imperial (457 carate); Jubileu (634 carate); Jonker (726 carate); Excelsior ($969\,^1/_2$ carate); Cullinan şi Eduard VII (3 025 carate).

GRAFIT C

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : c=1 : 2,727.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=2,46; c_0=6,708 Å; conţine 4 C.

Habitus: cristale tabulare (0001), în forme hexagonale, mase foioase, uneori cristale columnare, granulare radiare, mase pămîntoase, agregate cu structuri radiale. Forme caracteristice: c (0001), r $(10\bar{1}3)$, o $(10\bar{1}2)$, p $(10\bar{1}1)$, ρ $(11\bar{2}3)$, Φ $(11\bar{2}2)$. *Macle:* de ordinul doi $(11\bar{2}1)$, după [0001] rotiri 30° (90°). *Clivaj:* (0001) perfect. Foiţele flexibile, dar nu elastice. *H*=1—2. *G*=2,09—2,33. *Luciu:* metalic, mat la varietăţile pămîntoase. *Culoare:* negru de fier, cenuşiu-strălucitor. *Urmă:* neagră, cenuşiu-strălucitoare. În foiţe foarte subţiri este transparent. Bun conducător de electricitate şi căldură. Termoelectric negativ.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă tonuri albăstrui; intens pleocroic; ω=1,93—2,07; în lumină roşie, uniax negativ; în lumină reflectată culoarea este cenuşiu-bruniu-deschisă, asemănătoare mineralelor metalice. *R* în aer a razei ω pentru verde 22,5%, oranj 23,5%, roşu 23%, iar a razei ε pentru verde 5%, oranj 5%, roşu 5,5%. Efectele de anizotropie sînt foarte puternice; culorile în aer şi în imersie sînt în tonuri de galben-brun.

Chimism şi structură. Se cunosc două varietăţi structurale: varietatea cu plane care se succed în ordine 12.12.12, cu simetrie hexagonală, şi varietatea cu plane care se succed în ordinea 123.123, cu simetrie romboedrică; prima structură apare mai frecvent; sînt relativ frecvente concreşterile după bază la ambele tipuri de structuri. În chimismul grafitului se remarcă prezenţa mineralelor argiloase, oxizilor de fier, a diferite alte minerale, ca impurităţi mecanice.

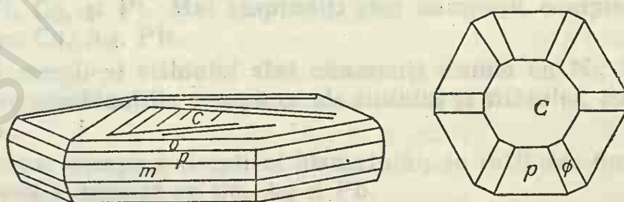


Fig. 11. Cristale de grafit: c(001); o$(10\bar{1}2)$; p$(10\bar{1}1)$; m$(10\bar{1}0)$; Φ$(11\bar{2}2)$.

Ocurență. Grafitul se poate forma prin metamorfism regional din resturile cărbunoase sau la contactul unor mase eruptive cu formațiuni cărbunoase. Sub formă de mase compacte, lamelare, fin solzoase sau baccilare se găsește în granite, gnaise, micașisturi. Se întîlnește și în roci bazice, asociat cu fier nativ.

În România, grafitul participă la alcătuirea lentilelor de șisturi grafitoase și de cuarțite negre din complexele de șisturi cristaline . În Carpații Orientali este abundent în seria epizonală de Tulgheș, în M. Rodnei; deseori grafitul apare în legătură cu roci manganifere, la Preluca, Iacobeni, Șaru Dornei, Borca, Broșteni. În Carpații Meridionali apare în șisturi grafitoase în seriile epizonale din M. Perșani, Păpușa, Făgăraș, Cibin, Poiana Ruscă și în zonele Lainici-Păiuș, Novaci-Polovraci. În M. Apuseni apare în șisturi grafitoase și în cuarțite negre, în complexele mezozonale cît și în cele epizonale din M. Trascău, Gilău, Muntele Mare. Apare și în roci sedimentare paleozoice dinamometamorfozate în seria de Tulișa, în M. Retezat, Vîlcan și Parîng.

Grafit de calitate superioară se găsește în Anglia la Borrowdale, în Norvegia la Arendal, în Finlanda la Pargas, în U.R.S.S. (M. Ural), în Austria, în R. F. Germania la Passau și în Franța. Grafit rezultat prin metamorfism apare în U.R.S.S. la Batugoe și Irkutsk, în S.U.A. în depozitele din Massachussetts și Connecticut, de la Ticonderoga (New York) și de la Mausell (Pennsylvania).

SULFURI ȘI SULFOSĂRURI

CARACTERE GENERALE

În acest capitol sînt cuprinse sulfurile, seleniurile, telururile, arseniurile antimoniurile, oxisulfurile și sulfurile multiple sau sulfosărurile. Acești compuși sînt reprezentați printr-un număr mare de minerale, importante din punct de vedere economic și cu un rol deosebit în constituția a numeroase zăcăminte de minereuri. Cele mai numeroase minerale sînt compuși ai sulfului (sulfuri, sulfosăruri) și toate, cu excepția hidrogenului sulfurat, se prezintă în stare solidă. Numărul elementelor chimice care se combină cu sulful atinge cifra de 40. Cele mai importante sînt: H, V, Mn, Fe, Ni, Co,Cu, Zn, (Ga), Ge, As, Se, Mo, Ru, (Rh), (Pd), Ag, Cd, (In), Sn, Sb, Te, (Re), (Os), (Ir), Pt, Hg, Tl, Pb și Bi[1]. Clasificarea acestor minerale a fost realizată în funcție de descreșterea raportului A : X, pentru sulfuri și compușii similari, și de descreșterea raportului (A+B) : X, pentru sulfuri multiple sau sulfosăruri, în care A reprezintă elementele metalice: Cu, Ag, Pb, Zn, Sn etc.; B elementele semimetalice: As, Sb, Bi, Sn etc.; iar X elementele nemetalice: S, Se, Te.

După calcule estimative sulfurile constituie cel mult 0,15% din greutatea scoarței terestre, iar în aceste combinații rolul principal revine fierului. Printre celelalte combinații amintim seleniurile, telururile, arseniurile și antimoniurile, care participă în componența mineralogică a Pămîntului într-o proporție cu totul neînsemnată.

Seleniul formează seleniuri cu următoarele elemente: H, Cu, Ag, Hg, Pb și Bi. Seleniul intră deseori și în unele sulfuri ca amestec izomorf cu sulful.

Telurul conduce la telururi care sînt mai răspîndite în natură deși numărul elementelor care intră în aceste combinații este destul de limitat. Acestea sînt: Cu, Ag, Au, Hg, Pb, Bi, Ni și Pt.

Compușii simpli ai arseniului sînt cunoscuți numai cu următoarele elemente: Fe, Ni, Co, și Pt. Mai răspîndiți sînt compușii complecși ai sulfului și arseniului cu Cu, Ag, Pb.

Compușii simpli ai stibiului sînt cunoscuți numai cu Ni, în schimb au frecvență mare combinațiile complexe ale sulfului și stibiului, cu elemente ca: Cu, Ag și Pb.

Nu se cunosc compuși simpli ai bismutului; se întîlnesc doar combinații complexe de sulf și bismut cu Cu, Ag și Pb.

---

[1] În paranteză figurează elementele care intră în compoziția sulfurilor și sulfosărurilor îndeosebi sub formă de amestecuri izomorfe.

Majoritatea sulfurilor, seleniurilor şi telururilor sînt din punct de vedere chimic derivate ale H_2S, H_2Se şi H_2Te; arseniurile şi antimoniurile se deosebesc esenţial prin natura lor chimică de sulfuri; nici As nici Sb nu pot avea rolul de înlocuitori ai sulfului în diferite combinaţii. Mulţi compuşi din această clasă formează între ei soluţii solide, sub forma unor serii continue sau cu miscibilitate limitată. Exemple pentru aceste tipuri de combinaţii sînt HgS-HgSe, $CoAs_2$-$NiAs_2$-$FeAs_2$ etc. De asemenea sînt cunoscute şi modificaţii polimorfe: Ag_2S — argentit (cubic) şi acantit (monoclinic). Sulfurile simple şi compuşii similari din punctul de vedere al particularităţilor structurilor cristaline şi al proprietăţilor fizice trebuie considerate drept compuşi ionici, deşi majoritatea lor se deosebesc mult de compuşii oxigenaţi ionici tipici, printr-o gamă largă de proprietăţi caracteristice; deseori, prin proprietăţi, sulfurile apar mai apropiate de elementele native în comparaţie cu oxizii şi sărurile oxigenate. Aceste deosebiri sînt impuse de proprietăţile specifice ale atomilor sau ionilor care intră în compoziţia sulfurilor, seleniurilor, telururilor etc. Aceste elemente au raze relativ mari şi o mare capacitate de a se polariza, determinînd în acest mod apariţia legăturilor homeopolare slabe. Metalele care intră în combinaţii cu aceste elemente aparţin ionilor cu învelişul exterior constituit din 18 electroni şi care de asemenea polarizează puternic. Fenomenul polarizării are ca urmare faptul că în reţelele cristaline apare o grupare puternică a electronilor ionilor vecini cu sarcini opuse, ceea ce determină: luciul metalic foarte pronunţat pentru majoritatea sulfurilor şi a compuşilor similari; o conductibilitate electrică ridicată pentru majoritatea combinaţiilor cu sulf, arsen, stibiu etc.; deseori, un deficit de atomi de metale în comparaţie cu atomii metaloizi (exemplu la pirotină); uneori, lipsa raporturilor simple în compoziţia a numeroase minerale. Proprietăţile metalice în aceste combinaţii se accentuează pe măsura înlocuirii S cu Se şi Te; la elementele din grupa fierului accentuarea proprietăţilor metalice se produce la trecerea de la Mn la Ni. Acelaşi lucru se poate observa şi la seria As, Sb şi Bi, unde proprietăţile devin mai metalice cu cît ne apropiem de Bi. Luciul metalic cel mai puternic îl are Bi_2S_3 (bismutina), după care urmează Sb_2S_3 (stibina), pentru ca la As_2S_3 (auripigmentul) să se constate existenţa unui luciu adamantin sau semimetalic.

Din punct de vedere genetic, sulfurile şi majoritatea compuşilor similari se formează în zăcăminte de origină hidrotermală; acest fapt ne face să presupunem că metalele grele sînt antrenate din rezervoarele magmatice în stare volatilă sau de compuşi uşori mobili, care se depun în condiţii de temperatură şi presiune scăzută, îndeosebi sub formă de sulfuri. Transportul acestor compuşi în soluţiile hidrotermale a putut avea loc atît sub formă de soluţii coloidale (soli), în prezenţa unor cantităţi ridicate de H_2S, cît şi sub formă de săruri duble uşor solubile şi instabile la temperaturi joase, ca sulfurile alcaline sau sulfohidraţii respectivi (NaHS, KHS etc.) în care se dizolvă uşor Au, Ag, etc. Prin descompunerea acestor compuşi la temperaturi scăzute s-au putut forma sulfurile metalice obişnuite, aurul nativ etc.

Sulfurile se mai pot forma şi în roci sedimentare — sedimente argiloase, cărbunoase, bituminoase etc., în condiţii termodinamice cu totul diferite faţă de cele din soluţiile hidrotermale; de regulă sînt caracteristice mediile reducătoare determinate de H_2S obţinut din descompunerea substanţelor organice şi în multe cazuri şi în prezenţa bacteriilor.

În contact cu soluţiile de alterare (bogate în CO_2, O_2 etc.) aproape toate aceste minerale se transformă chimic; se produce iniţial oxidarea lor obţinîndu-se sulfaţi uşor solubili în apă care ulterior trec în oxizi, hidroxizi, carbonaţi şi alţi compuşi oxigenaţi specifici de regulă zonelor de oxidare ale zăcămintelor de minereuri.

Clasificarea acestor minerale se face în două clase:

I. Clasa compuşilor simpli

II. Clasa compuşilor multipli (sulfosărurilor).

Tabelul 16

Clasificarea sulfurilor simple şi a compuşilor similari

1. TIPUL A_mX_n		
Grupa tetradimitului		
	Telurobismutină	Bi_2Te_3
	Tetradimit	Bi_2Te_2S
	Grünlungit	Bi_4TeS_3
	Joseit	Bi_3TeS
	Wehrlit	Bi_3Te_2?
	Nagyagit	$Pb_5Au(Te, Sb)_4S_{5-8}$
Grupa arseniurilor de cupru		
	Algodonit	Cu_6As
	Domeykit	Cu_3As
	Horsfordit	Cu_5Sb
	Cocinerit	Cu_4AgS
2. TIPUL A_3X		
	Discrasit	Ag_3Sb
	Stibiopalladinit	Pd_3Sb
3. TIPUL A_2X		
Grupa argentitului		
	Argentit	Ag_2S
	Aguilarit	$Ag_2(Se, S)$
	Naumannit	Ag_2Se
	Digenit	$Cu_{2-x}S$
	Berzelianit	Cu_2Se
	Crookesit	$(Cu, Tl, Ag)_2Se$
	Eucairit	$CuAgSe$
	Hessit	Ag_2Te
	Petzit	Ag_3AuTe_2
Grupa calcozinei		
	Calcozină	Cu_2S
	Stromeyerit	$CuAgS$
	Acantit	Ag_2S
4. TIPUL A_3X_2		
	Maucherit	$Ni_{11}As_8$
	Umangit	Cu_3Se_2
	Bornit	Cu_5FeS_4

5. TIPUL A_4X_3		
	Dimorfit	As_4S_3
	Richardit	Cu_4Te_3
	Weissit	Cu_5Te_3
6. TIPUL AX		
Grupa galenei		
	Galenă	PbS
	Clausthalit	PbSe
	Altait	PbTe
	Alabandină	MnS
	Oldhamit	CaS
Grupa blendei		
	Blendă	ZnS
	Metacinabarit	HgS
	Tiemannit	HgSe
	Coloradoit	HgTe
Grupa calcopiritei		
	Calcopirită	$CuFeS_2$
	Stannin	Cu_2FeSnS_4
Grupa wurtzitului		
	Wurtzit	ZnS
	Greenockit	CdS
	Voltzit	Zn_5S_4O
Grupa nichelinei		
	Pirotină	$Fe_{1-x}S$
	Valerit	$Cu_3Fe_4S_7$(?)
	Nichelină	NiAs
	Breithauptit	NiSb
	Millerit	NiS
	Pentlandit	$(Fe, Ni)_9S_8$
	Cubanit	$CuFe_2S_3$
	Stembergit	$AgFe_2S_3$
	Argentopirită	$AgFe_3S_4$
	Argiropirită	$Ag_3Fe_7S_{11}$
	Frieserit	$Ag_2Fe_5S_8$
Grupa covelinei		
	Covelină	CuS
	Kockmannit	CuSe
	Cinabru	HgS
	Realgar	AsS
	Cooperit	PtS
	Braggit	(Pt, Pd, Ni)S
	Herzenbergit	SnS
	Empressit	AgTe
	Muthmannit	(Ag, Au)Te

7. TIPUL A_3X_4	
Seria linneitului	
Linneit	Co_3S_4
Siegenit	$(Co, Ni)_3S_4$
Carrollit	Co_2CuS_4
Violarit	Ni_2FeS_4
Polidimit	Ni_3S_4
Daubreelit	Cr_2FeS_4
Badenit	$(Co, Fe, Ni)_3(As, Bi)_4$
8. TIPUL A_2X_3	
Grupa auripigmentului	
Auripigment	As_2S_3
Grupa stibinei	
Stibină	Sb_2S_3
Bismutină	Bi_2S_3
Guanajuatit	$Bi_2(S)_3$
Kermesit	Sb_2S_2O
9. TIPUL AX_2	
Grupa piritei	
Pirită	FeS_2
Bravoit	$(Ni, Fe)S_2$
Laurit	RuS_2
Sperrylit	$PtAs_2$
Hauerit	MnS_2
Penroseit	$(Ni, Cu, Pb)Se_2$
Grupa cobaltinei	
Cobaltină	CoAsS
Gersdorfit	NiAsS
Ullmannit	NiSbS
Grupa löllingitului	
Löllingit	$FeAs_2$
Safflorit	$(Co, Fe)As_2$
Rammelsbergit	$NiAs_2$
Pararammelsbergit	$NiAs_2$
Marcasită	FeS_2
Grupa mispichelului	
Mispichel	FeAsS
Glaucodot	(Co, Fe)AsS
Gudmundit	FeSbS
Wolfachit	Ni(As, Sb)S?
Lautit	CuAsS
Grupa molibdenitului	
Molibdenit	MoS_2
Tungstenit	WS_2

Grupa krenneritului	
Krennerit	$AuTe_2$
Calaverit	$AuTe_2$
Silvanit	$(Ag, Au)Te_2$
Melonit	$NiTe_2$
Parkerit	NiS_2? Ni_2S_3 sau NiS_3
10. TIPUL AX_3	
Seria skutteruditului	
Skutterudit	$(Co, Ni)As_3$
Smaltină	$(Co, Ni)As_{3-x}$
Nichelskutterudit	$(Ni, Co)As_3$
Cloantit	$(Ni, Co)As_{3-x}$
Niggliit	$PtTe_3$?

Tabelul 17

Clasificarea sulfosărurilor şi a compuşilor similari

1. TIPUL $A_mB_nX_p$ unde $m+n : p > 4 : 3$	
Grupa polibazitului	
Polibazit	$(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$
Pearceit	$(Ag, Cu)_{16}As_2S_{11}$
Poliargirit	$Ag_{24}Sb_2S_{15}$
Seria argiroditului	
Argirodit	Ag_8GeS_6
Canfieldit	Ag_8SnS_6
Stefanit	Ag_5SbS_4
Epigenit	$(Cu, Fe)_5AsS_6$?
2. TIPUL A_3BX_3	
Grupa sulfosărurilor cu argint	
Pirargirit	Ag_3SbS_3
Proustit	Ag_3AsS_3
Pirostilpnit	Ag_3SbS_3
Stilotipit	$(Ag, Cu, Fe)_3SbS_3$
Xantoconit	Ag_3AsS_3
Wittichenit	Cu_3BiS_3
Grupa tetraedritului	
Tetraedrit	$(Cu, Fe)_{12}Sb_4S_{13}$
Tennantit	$(Cu, Fe)_{12}As_4S_{13}$
Goldfieldit	$Cu_{12}Te_3Sb_4S_{16}$
3. TIPUL A_3BX_4	
Grupa sulvanitului	
Sulvanit	Cu_3VS_4
Germanit	Cu_3GeS_4
Colusit	$Cu_3(Sn, Fe, Te, V, As)S_4$

Grupa enargitului	
Famatinit Enargit	Cu_3SbS_4 Cu_3AsS_4
Beegerit	$Pb_6Bi_2S_9$
Samsonit	$Ag_4MnSb_2S_6$
Geocronit	$Pb_5(Sb, As)_2S_8$
Gratonit	$Pb_9As_4S_{15}$
Lengenbachit	$Pb_6(Ag, Cu)_2As_4S_{13}$
Jordanit Guitermanit Meneghinit	$Pb_{14}As_7S_{24}$ $Pb_{10}As_6S_{19}$ $Pb_{13}Sb_7S_{23}(CuPb_{13}Sb_7S_{24})$
Lillianit	$Pb_3Bi_2S_6$
4. TIPUL A_2BX_3	
Grupa bournonitului	
Bournonit Seligmannit Aikinit	$PbCuSbS_3$ $PbCuAsS_3$ $PbCuBiS_3$
Berthonit Diaforit	$Pb_2Cu_7Sb_5S_{13}$ $Pb_2Ag_3Sb_3S_8$
Freieslebenit	$Pb_3Ag_5Sb_5S_{12}$
5. TIPUL ABX_2 $A:B \sim 1:1$	
Grupa boulangeritului	
Boulangerit	$Pb_5Sb_4S_{11}$ sau $Pb_2Sb_2S_{10}$
Owyheeit Schirmerit	$Pb_5Ag_2Sb_6S_{15}$ $PbAg_4Bi_4S_9$
Miargirit	$AgSbS_2$
Aramayoit	$Ag(Sb, Bi)S_2$
Matildit	$AgBiS_2$
Smithit	$AgAsS_2$
Grupa calcostibitului	
Calcostibit Emplectit	$CuSbS_2$ $CuBiS_2$
Lorandit	$TlAsS_2$
Teallit	$PbSnS_2$
Benjaminit Hammarit	$Pb(Cu, Ag)Bi_2S_4$ $Pb_2Cu_2Bi_4S_9$?

6. TIPUL $A_2B_2X_5$ $A:B \sim 1:1$	
Dufrenoysit Cosalit Kobellit	$Pb_2As_2S_5$ $Pb_2Bi_2S_5$ $Pb_2(Bi, Sb)_2S_5$
Franckeit	$Pb_5Sn_3Sb_2S_{14}$
Fizelyit	$Pb_5Ag_2Sb_8S_{18}$
Ramdohrit	$Pb_3Ag_2Sb_6S_{13}$
Wittit	$Pb_5Bi_6(S, Se)_{14}$
Jamesonit	$Pb_4FeSb_6S_{14}$
Rathit	$Pb_{13}As_{18}S_{40}$
7. TIPUL $A_2B_3X_6$ $A+B:X \sim 5:6$	
Grupa andoritului	
Andorit Lindstromit	$PbAgSb_3S_6$ $PbCuBi_3S_6$
Baumhauerit	$Pb_4As_6S_{13}$
Liveingit	$Pb_5As_8S_{17}$
Grupa plagionitului	
Fülöppit Plagionit Heteromorfit Semseyit	$Pb_3Sb_8S_{15}$ $Pb_5Sb_8S_{17}$ $Pb_7Sb_8S_{19}$ $Pb_9Sb_8S_{21}$
8. TIPUL AB_2X_4 $A:B \sim 1:2$	
Hutchinsonit	$(Pb, Tl)_2(Cu, Ag)As_5S_{10}$
Rezbanyit	$Pb_3Cu_2Bi_{10}S_{19}$
Galenobismutină Weibullit Platynit Chiviatit Alaskait	$PbBi_2S_4$ $PbBi_2(S, Se)_4$ $PbBi_2(S, Se)_3$ $Pb_3Bi_8S_{15}$ $Pb(Ag,Cu)_2Bi_4S_8$
Zinkenit	$Pb_6Sb_{14}S_{27}$
Sartorit	$PbAs_2S_4$
Berthierit	$FeSb_2S_4$
Cilindrit	$Pb_3Sn_4Sb_2S_{14}$
Gladit	$PbCuBi_5S_9$
Vrbait	$TlAs_2SbS_5$
9. TIPUL AB_4X_7	
Livingstonit	$HgSb_4S_7$

I. SULFURI SIMPLE ȘI COMPUȘI SIMILARI

1. TIPUL A_mX_n

A. Grupa tetradimitului

TELUROBISMUTINĂ Bi_2Te_3

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$.

Relația axială: a : c=1 : 6,946.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,375; c_0=30,39 Å.

Habitus: mase foioase, lamele neregulate. *Clivaj:* (0001) perfect. Lamelele flexibile dar nu elastice. *H*=1 ½–2. *G*=7,815. *Luciu:* metalic pe fețele de clivaj proaspete. *Culoare:* cenușiu-gri. *Urmă:* cenușie.

Proprietăți optice. Opac, culoare albă cu tente slab gălbui. *R* în aer pentru verde 48,5%, oranj 48%, roșu 44%; anizotropie clară.

Ocurență. Apare în filoanele hidrotermale hipo- și mezotermale de aur, în minereuri metasomatice de bismut, în filoane cu calcopirită, bornit, calcozină, tetradimit și cuarț. Se găsește la Oya în Japonia; la Boliden în Suedia; la Fluvanna (Virginia), Dahlonega (Georgia), Whitohom (Colorado) în S.U.A.; la minele Hunter și Ashloo în Canada.

TETRADIMIT Bi_2Te_2S

Sistemul de cristalizare: trigonal , $\bar{3}$.

Relația axială: a : c=1 : 6,952.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,32; c_0=30,01 Å.

Habitus: rar în cristale cu forme piramidale $(10\bar{1}1)$, $(01\bar{1}2)$ și prisme trigonale. *Macle:* planul de maclă $(01\bar{1}8)$ și $(01\bar{1}2)$. *Clivaj:* (0001) perfect. *H*=1 ½–2. *G*=7,3. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu. *Urmă:* cenușie.

Proprietăți optice. Opac, culoare albă cu tentă slab gălbuie. *R* în aer pentru verde 48,5%, oranj 48%, roșu 47,5%, iar în imersie *R* pentru verde 44%, oranj 37%, roșu 38%; anizotropie clară; culorile de anizotropie în tonuri brunii.

Ocurență. În minereuri metasomatice de bismut, în filoane hidrotermale de aur și de sulfuri. Asociat deseori cu hessit, petzit, altait, bismut nativ, diferite sulfuri, calcopirită, bornit, calcozină, aur nativ etc.

În România apare în mineralizații pirometasomatice-hipotermale, legate de magmatismul banatitic (Oravița, Ciclova, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Băița – Bihor) și în filoane hidrotermale aurifere, legate de magmatismul neogen (Hondol, Ruda-Barza, Stănija, Zlatna, Almașu Mare).

În Cehoslovacia este întîlnit la Jilovë; în Norvegia la Narverud, Tellemark și Gjelleboek; în Suedia la Boliden și Vősterbotten; în Rhodesia la mina New Mystery; în Japonia la mina Rendaizi; în S.U.A. la Cerro Gordo (California), la mina Red Cloud (Colorado); în Canada la West Kootenai și în mina Gold Shore.

GRÜNLINGIT Bi_4TeS_3

Habitus: mase lamelare colorate în cenușiu. Flexibile. *Luciu:* metalic. $H=2$. $G=8{,}08$. *Clivaj:* perfect.

Chimism. Este o sulfotelurură de bismut, unde deseori se remarcă și forma $Bi_2(Te, Bi)S_2$ cu raportul $Te : Bi=3 : 2$.

Ocurență. În filoane, alături de bismut nativ, la Carrock Fell (comitatul Cumberland, Marea Britanie); în dolomite cu bismut nativ, arsenopirită și scheelit la Serrania de Ronda (Spania).

JOSEIT Bi_3TeS

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4{,}34$; $c_0=40{,}83$ Å.

Clivaj: perfect. $H=2$. $G=8{,}18$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-cenușiu metalic. În secțiuni lustruite: culoare albă și anizotropie clară.

Habitus: mase lamelare, neregulate.

Ocurență. Apare în calcare granulare la San Jose, Mariana, Minas Geraes (Brazilia).

WEHRLIT Bi_3Te_2?

Habitus: mase lamelare foioase; foițe elastice.

Clivaj: perfect, asemănător tetradimitiului. $H=1\,{}^1/_2-2{}^1/_2$. $G=8{,}41$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu, cenușiu-gri.

Chimism. Incomplet cunoscut; analizele ar indica compoziția Bi_8Te_5S sau Bi_3Te_2 după înlăturarea S ca Ag_2S și Bi_2S_3. Alte analize ar indica compoziția $AgBi_7Te_7$.

Ocurență. Este citat în R. P. Ungară și la Plžen în R. S. Cehoslovacă.

NAGYAGIT $Pb_5Au(Te, Sb)_4S_{5-8}$

Sinonim: săcărîmbit.

Sistemul de cristalizare: monoclinic, pseudo-patratic.

Relația axială: $a : b : c=0{,}2807 : 1 : 0{,}2761$; $\beta=90°$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=12{,}5$; $c_0=30{,}25$ Å.

Habitus: cristale ușor tabulare, paralel cu (010). Striațiuni pe față (010), paralel cu direcțiile [100] și [001], deseori în agregate granulare. *Macle:* ax de maclă [201] și plan de maclă (010). Macle complexe realizate prin șlefuire. *Clivaj:* (010) perfect. Lamelele flexibile. $H=1-1\,{}^1/_2$; $G=7{,}41$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negricios, cenușiu de plumb.

Proprietăți optice. Opac. Culoarea în secțiuni lustruite alb-cenușie; anizotropie distinctă; ușor pleocroic. R pentru verde 43%, oranj 35%, roșu 34%.

Chimism. Așa cum indică analizele este vorba de un compus de forma $Pb_5Au(Te, Sb)_4S_{5-8}$; analizele indică o compoziție chimică neomogenă, cu înlocuiri între Te și Sb.

Tabelul 18

Analize chimice

	1	2	3
Pb	57,16	56,11	56,45
Au	7,41	7,51	7,57
Sb	6,99	7,39	8,16
Te	17,87	17,72	16,54
S	10,01	10,76	11,87
Rez.	0,60	0,41	—
Total	100,04	100,60	100,59

1 — Rez.Fe=0,32, SiO_2=0,28; 2 — Rez.Fe=0,41; 1—3 — Nagyagit; Săcărîmb (R. S. România).

Ocurență. Mineralul a fost descris pentru prima oară în lume în România la Săcărîmb, unde apare ca mineral dominant sau sporadic în unele filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen. Cel mai adesea se întîlnește în succesiunea: blendă, galenă, nagyagit, altait, bournonit, tetraedrit. În R. S. România mai apare la Căraci — jud. Hunedoara, Zlatna, Almașu Mare, Baia de Arieș.

În Australia apare la Kalgoorlie, în Noua Zeelandă la mina Sylvia, în Japonia la mina Rendaizi, în S.U.A. la Gold Hill (Colorado), la mina Dorleska (California) și la mina Kings Mountains (Carolina de Nord).

B. Grupa arseniurilor de cupru

ALGODONIT Cu_6As

Sistemul de cristalizare: hexagonal.

Relația axială: a : c=1 : 1,622.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=2,599; c_0=4,214 Å.

Habitus: granule fine. *Clivaj:* lipsește. *Luciu:* metalic. *H*=4; *G*=8,38—8,72.

Chimism. Raportul Cu : As=4 : 1 sau 5 : 1.

Proprietăți optice. Culoare alb-argintie, cenușiu-strălucitoare. Opac, slab anizotrop.

Ocurență. În R. S. România apare la Întregalde, cu caracter teletermal. Se mai găsește în Chile, în zăcămîntul de argint Algodon, în Coquimbo și în S.U.A. (Michigan).

DOMEYKIT Cu_3As

Sistemul de cristalizare: cubic.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=19,19 Å.

Habitus: mase reniforme. *H*=3—3 ½. *G*=7,2—7,9. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu, cenușiu-strălucitor.

Proprietăți optice: Izotrop.

Ocurență. Apare în mina Sheldon-Columbia (Michigan — S.U.A.); la San Antonio, aproape de Copiapo în Atacama (Chile); la Långban (Suedia); în pen. Cornwall (Marea Britanie).

HORSFORDIT Cu_5Sb

Forme masive. $H=4-5$. $G=8{,}812$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu.

Ocurență. Se găsește în insula Mytilene din Marea Egee.

COCINERIT Cu_4AgS

Forme: masive. $H=2\,^1/_2$. $G=6{,}14$. *Culoare:* cenușiu-argintiu. *Urmă:* cenușie de plumb.

Ocurență. Se întîlnește în mina Cocinera le Ramos, San Louis Potosi (Mexic).

2. TIPUL A_3X

DISCRASIT Ag_3Sb

Sistemul de cristalizare: rombic, 2 m m.

Relația axială: a : b : c=0,5722 : 1 : 0,9225.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=2{,}990$; $b_0=5{,}225$; $c_0=4{,}820$ Å.

Habitus: piramidal, mase granulare sau foioase. *Macle:* fața de maclă (110). *Clivaj:* (001), (011), bun (110), imperfect. $H=3\,^1/_2-4$. $G=9{,}74$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu.

Proprietăți optice. Opac, slab anizotrop. *R* pentru verde 66%, oranj 62,5%, roșu 61%.

Ocurență. În R. S. România apare în filoanele metalifere din provincia magmatică banatitică (Băișoara) și neogenă (Cavnic, Zlatna). În depozite de argint, alături de galenă și alte sulfuri, cu gangă predominant din calcit se întîlnește în minele de la Andreasberg din M. Harz (R. F. Germania), în mina Consolos la Broken Hill (Australia).

STIBIOPALLADINIT Pd_3Sb

Sistemul de cristalizare: cubic?

Clivaj: absent. $H=4-5$. $G=9{,}5$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu, cenușiu-strălucitor.

Proprietăți optice. R pentru verde, oranj și roșu 56—57%.

Ocurență. Se găsește alături de sperylit în depozitele de platină din Transvaal (Africa de Sud).

3. TIPUL A_2X

Mineralele care aparțin tipului A_2X sînt sulfuri, seleniuri și telururi de Cu și Ag. Caracteristic acestor minerale este polimorfismul, la temperaturi ridicate apărînd formele cubice, în timp ce la temperaturi joase apar formele rombice. Pentru Cu_2S există și o fază hexagonală, care se formează la temperaturi ridicate, prin încălzirea calcozinei rombice (peste 103°C).

A. Grupa argentitului

ARGENTIT Ag_2S

Sistemul de cristalizare: dimorf — cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$ la temperaturi peste 179°C (argentit) și monoclinic sub 179°C (acantit).

Dimensiunea celulei elementare: varietate cubică $a_0=4,88$ Å; Z=2. Acantitul, modificația monoclinică, are $a_0=9,49$; $b_0=6,93$; $c_0=8,30$ Å; $\beta=124°$; conține Ag_4S_2. Z=8.

Habitus: cristale imperfecte cu forme de cub, cub și octaedru, uneori de dodecaedru romboidal. Adesea este arborescent, filiform sau masiv.

Macle: plan de maclă (111) — la argentit și (101) — la acantit. *Clivaj:* după (001), (011) imperfect; fractură subconcoidală. $H=2-2\ ^1/_2$. $G=7,2-7,4$. *Luciu:* metalic în spărtură proaspătă. *Culoare:* cenușiu de plumb. *Urmă:* cenușie, semimetalică.

Proprietăți optice. Opac; culoarea în secțiune lustruită alb-cenușie, mată, iar în comparație cu galena prezintă o tentă ușor albăstrui-verzuie. *R* în aer pentru verde 37%, în imersie 21%, oranj în aer 33%, în imersie 18%, roșu în aer 30%, în imersie 15%. Bireflexia, practic, nu se observă în aer în timp ce în imersie se observă destul de bine. Este clar anizotrop.

Transformări. Sub acțiunea unor puternice raze de lumină suprafața lustruită a argentitului se înnegrește în cîteva secunde.

Ocurență. Argentitul este întîlnit în zăcămintele de minereuri care conțin sulfuri de argint deseori în parageneze cu argint nativ, blendă, pirită, galenă, calcopirită, tenantit-tetraedrit, aur, electrum etc. În zona de îmbogățire secundară a zăcămintelor de sulfuri apare alături de kerargirit, argint nativ, ceruzit, limonit, stromeyerit, polibazit etc.

În R. S. România apare în mineralizații pirometasomatice asociate magmatismului banatitic la Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Băița-Bihor sau în filoane hidrotermale asociate magmatismului neogen la Ilba, Săsar, Cavnic, Baia Sprie, Roșia Montană, Baia de Arieș, Rodna, Stănija.

În R. S. Cehoslovacă se găsește la Přibram și Ioachimov; în R. D. Germană la Freiberg, Schneeberg, Annaberg; în Bolivia la Colquechaca; în S.U.A., în Montana la Butte, în Colorado la Aspen și Leadville.

AGUILARIT $Ag_4(Se, S)$

Sistemul de cristalizare: cubic.

Habitus: cristale dodecaedrice și octaedrice, uneori mase masive sau scheletiform. *Clivaj:* lipsește. $H=2\ ^1/_2$. $G=7,586$. *Luciu:* metalic, strălucitor. *Culoare:* alb de fier.

Proprietăți optice: Opac izotrop sau slab anizotrop.

Ocurență. Asociat cu argentitul se găsește în minele de la San Carlos, Guanajuato (Mexic).

NAUMANNIT Ag_2Se

Sistemul de cristalizare: cubic la temperaturi de peste 133° și monoclinic sub 133°.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,983$ Å; conține Ag_4S_2.

Habitus: cristale cubice, mase granulare masive. *Clivaj:* (001), perfect, maleabil. $H=2\,^1/_2$. $G=7{,}0$ (Idaho) și 8,0 (M. Harz). *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb. *Urmă:* alb de fier.

Proprietăți optice. Opac; în secțiuni lustruite ușor anizotrop; R pentru verde 36%, oranj 34,5%, roșu 30%.

Chimism. Conține 73,19% Ag și 26,81% Se.

Ocurență. Se găsește asociat cu clausthalitul și alte seleniuri, carbonați, cuarț. De asemenea în filonașele de la Tikerode (M. Harz); la Mendoza (Argentina) și în districtul Sylver City (S.U.A.).

DIGENIT $Cu_{2-x}S$

Sistemul de cristalizare: cubic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}56$ Å; conține $C_{8-4x}S_4$. $Z=1$.

Habitus: cristale octaedrice, deseori masiv. *Clivaj:* (111) (artificial). *Spărtură:* concoidală. $H=2\,^1/_2-3$. $G=5{,}546$. *Culoare:* albastru-închis.

Proprietăți optice. Opac, izotrop. R pentru verde 24,5%, oranj 18%, roșu 15,5%. Culoare albastră.

Ocurență. Asociat cu calcozina, pseudomorfozează bornitul. În România apare în zăcăminte pirometasomatice asociate magmatismului banatitic de la Sasca Montană, Băița — Bihor și în zăcăminte asociate vulcanismului neogen la Deva și Roșia Montană. Întîlnit în Suedia la Kiruna, în Mexic la Cananea, în S.U.A. la Butte (Montana) și la Kennecott (Alaska).

BERZELIANIT Cu_2Se

Sistemul de cristalizare: cubic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}731$ Å.

Habitus: granule diseminate, mase arborescente (dendrite). *Clivaj:* absent. $H=2$. $G=6{,}71$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu.

Proprietăți optice. Opac, în secțiuni lustruite izotrop. R pentru verde 29%, oranj 25%, roșu 18,5%.

Chimism. Conține 61,6% Cu și 38,4% Se. Mai conține Fe și Ti.

Ocurență. Apare în zăcămintele hidrotermale din M. Harz, apoi la Skrikerum (Suedia), la Cerro de Cacheuta, Mendoza (Argentina).

CROOKESIT $(Cu, Tl, Ag)_2Se$

Habitus: mase compacte. *Luciu:* metalic. $H=2\,^1/_2-3$. $G=6{,}90$. *Culoare:* cenușiu de plumb.

Ocurență. Apare în mina de la Skrikerum (Suedia).

EUCAIRIT $CuAgSe$

Sistemul de cristalizare: pseudotetragonal.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4{,}10$; $c_0=6{,}31$ Å. $Z=1$.

Habitus: octaedric, mase granulare. *Clivaj:* absent. $H=2\,^1/_2$. $G=7{,}6-7{,}8$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu, cenușiu de plumb.

Proprietăți optice. Opac, anizotrop. R pentru verde 33%, oranj 27%, roșu 28%.

Chimism. Conţine 25,30% Cu, 43,11% Ag şi 31,59% Se.

Ocurenţă. Alături de seleniuri (berzelianit, crookesit), apare în Chile la Aguos Blancas şi în minele de la Flamenco, în Argentina la Sierra de Umango, în Suedia în mina Skrikerum şi în R. F. Germania în M. Harz.

HESSIT Ag_2Te

Sistemul de cristalizare: cubic, la temperaturi peste 149°C, şi monoclinic, la temperaturi normale, păstrîndu-şi formele izometrice.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=6,572 Å; pentru modificaţia monoclinică a_0=6,57; b_0=6,14; c_0=6,10 Å; conţine Ag_8Te_4 (cubic) şi Ag_6Te_3 (monoclinic).

Relaţia axială: pentru modificaţia monoclinică a : b : c=1,070 : 1 : 0,993; β=61°15'.

Habitus: mase granulare, cristale tabulare, deseori forme cubice. Tipuri principale de forme: a (001), d (011), m (113), n (112). Pe cristalele mari de hessit de la Boteş-Bucium, cunoscut şi sub numele de *botesit*, s-au determinat formele (100), (110), (111), (221), (210), (310). *Macle:* macle lamelare vizibile la modificaţia de temperatură ridicată. *Clivaj:* (001) slab. *H*=2–3. *G*=8,24–8,45. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu de plumb, cenuşiu-strălucitor.

Proprietăţi optice. Opac, izotrop (modificaţia de temperatură ridicată) şi anizotrop (modificaţia stabilă sub 149°C). *R* pentru verde 43%, oranj 40%, roşu 42%.

Chimism. Analizele arată compoziţia unei telururi de argint, unde Au şi Pb apar probabil ca impurităţi determinate de prezenţa petzitului.

Tabelul 19

Analize chimice

	1	2	3
Ag	62,86	61,52	61,16
Au	—	1,01	—
Pb	—	—	1,90
Te	37,14	37,77	36,11
Total	100,00	100,30	99,17

1 — Ag_2Te; 2 — Boteş-Zlatna (Botesit); 3 — San Sebastian (Mexic).

Ocurenţă. Se găseşte în zăcămintele hidrotermale, alături de aur nativ şi telururi — calaverit, silvanit, petzit, altait etc.

În România apare în zăcăminte pirometasomatice hipotermale legate de magmatismul banatitic (Băiţa — Bihor) şi în filoane hidrotermale din provincia magmatică neogenă (Baia Mare, Băiţa, Săcărîmb, Curechiu, Stănija, Bucium).

În Australia se găseşte la Kalgoorlie, în Chile la Arqueros şi Coquimbo, în Mexic la San Sebastian, în S.U.A., în California la mina Stanislaus de la Carson Hill şi în Colorado la mina Goldhill.

PETZIT Ag_3AuTe_2

Sistemul de cristalizare: cubic la temperaturi ridicate.

Habitus: mase fin-granulare compacte. *Clivaj:* (001). *Spărtură:* subconcoidală. $H=2\,^1/_2-3$. $G=8{,}7-9{,}02$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, cenușiu de fier.

Proprietăți optice. În secțiuni lustruite parțial anizotrop. R pentru $\lambda=465$ mμ este 42,2%; $\lambda=527$ mμ—39,8%; pentru $\lambda=589$ mμ-38,2%. Anizotropia, în raport cu cea a hessitului, este mai slabă. H e l k e susține existența a două modificații: α petzit, de temperatură ridicată, și β petzit, de temperatură scăzută, modificații care coexistă.

Tabelul 20

Analize chimice

	1	2
Ag	46,76	42,14
Au	18,26	25,63
Te	34,98	32,23

1 — Săcărîmb (România); 2 — Stanislaus Mine (S.U.A.).

Ocurență Apare în filoane aurifere asociate formațiunilor intruzive subvulcanice, împreună cu alte telururi, în filoane hidrotermale aurifere cu telururi legate de magmatismul neogen. Descris pentru prima oară în lume în zăcămîntul de la Săcărîmb (România).

În Australia se găsește la Kalgoorlie; în S.U.A. este întîlnit în statul Colorado în minele Goldhill și Sunshine, în statul California la Stanislaus și Melones; în Canada, în mina Hollinger.

B. Grupa calcozinei

CALCOZINA Cu_2S

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,5822 : 1 : 0,9701.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11{,}8$, $b_0=27{,}2$, $c_0=13{,}44$ Å; conține $Cu_{320}S_{160}$. Z=96.

Habitus: de regulă sub formă de foițe groase sau prisme scurte, mase granulare compacte; cristalele alungite după b sau a, tabulare (001). *Macle:* simple după (110), mai rar (112), macle triple (110), care imprimă cristalului un habitus hexagonal, maclă cruciformă (032). *Clivaj:* (110) slab. *Spărtură:* concoidală. $H=2\,^1/_2-3$. $G=5{,}5-5{,}8$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb. *Urmă:* cenușie.

Proprietăți optice. Opac, culoare albă în aer, alb-albăstruie în imersie. R pentru verde 22,5%, oranj 16%, roșu 15%, iar în imersie R pentru verde 12%, oranj 7%, roșu 5%. Anizotrop, mai ales cînd nicolii nu sînt perfect încrucișați.

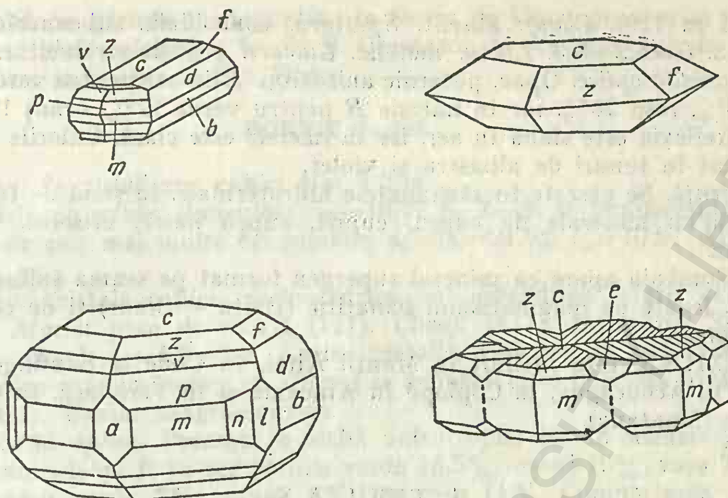


Fig. 12. Cristale de calcozină: c (001), b(010), a (100), l (130), n (230), m (110), f (012), d (021), z (113), v (112), p (111); plan de maclă (110) şi (130); plan de alipire (130).

Ocurență. Se formează atît în condiţii exogene cît şi endogene, de regulă numai la temperaturi sub 105°C. Ca mineral endogen apare rar în zăcăminte hidrotermale de sulfuri, îndeosebi în cele bogate în sulfuri de cupru şi sărace iniţial în sulf. În aceste condiţii este semnalat în asociaţie cu bornitul. În majoritatea cazurilor apare în zăcăminte hidrotermale pe cale exogenă, în zonele de îmbogăţire secundară din cadrul zăcămintelor de sulfuri de cupru. Deseori se formează metasomatic, înlocuind de regulă calcopirita, bornitul sau chiar galena, blenda, pirita. Se cunosc cazuri de formare a calcozinei din soluţii cuprifere, în roci sedimentare în care se află resturi organice.

Trece deseori în cuprit, malachit, azurit sau alţi compuşi oxigenaţi de cupru. În cazurile de oxidare incompletă se opreşte la forma de cupru nativ potrivit reacţiei:



$$Cu_2S + 2\ O_2 = CuSO_4 + Cu$$

În R. S. România apare ca mineral endogen sau exogen (în zona de cimentaţie) în zăcămintele cuprifere sau complexe, legate de fundamentul cristalin (Băile Borşa, Crucea, Bălan, Altîn Tepe), de gabbrourile şi serpentinitele paleozoice (Răşinari, Plavişeviţa), de ofiolitele mezozoice (Munţii Mehedinţi, Pietroasa), în zăcămintele asociate magmatismului banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oraviţa, Ciclova Română, Dognecea, Tincova) şi neogen (Ilba, Baia Sprie, Cavnic, Băile Borşa, M. Ţibleş, Deva, Săcărîmb, Hondol, Stănija, Abrud, Muşca).

În U.R.S.S. se găseşte la Bogoslovsk în M. Ural, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov şi în diferite mine din Chile, Peru, Mexic, S.U.A.

STROMEYERIT CuAgS

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,5822 : 1 : 0,9668.

Habitus: prisme pseudohexagonale (001), mase compacte. Forme caracteristice: c (001), b (010), m (110), u (012), w (114), p (111). *Macle:* planul

de maclă m (110). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* concoidală, subconcoidală. $H=2\,^1/_2-3$. $G=6{,}2-6{,}3$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor.

Proprietăți optice. Opac, puternic anizotrop. R în aer pentru verde 27,5%, oranj 26%, roșu 26%, iar în imersie R pentru verde 17%, oranj 13%, roșu 10%. Bireflexia este slabă în aer, iar în imersie este clară. Culorile de anizotropie sînt în tonuri de albastru și violet.

Ocurență. Se găsește în zăcămintele hidrotermale, în zona de îmbogățire secundară cu minerale de cupru, cuprit, cupru nativ, crisocol, malachit, azurit etc.

În România apare ca mineral supergen format pe seama sulfurilor polimetalice, legate de magmatismul banatitic (Băița — Bihor) și de cel neogen (Băile Borșa).

În U.R.S.S. este întîlnit în Munții Altai, în Chile la Santiago, la San Lorenzo în Aconcagua, la Copiapó în Atacama și în Tarapacà, în S.U.A. la La Butte (Montana).

4. TIPUL A_3X_2

MAUCHERIT $Ni_{11}As_8$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4 2 2.

Relația axială: a : c = 1 : 3,190.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6{,}844$; $c_0=21{,}83$ Å; conține $Ni_{44}As_{32}$.

Habitus: forme tabulare după (001), uneori piramidale. Fețele de piramidă prezintă striațiuni paralele cu (001). Mase granulare sau fibroase radiare. *Macle:* plan de maclă (203). *Clivaj:* absent. $H=5$. $G=8{,}00$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* în spărtură este cenușiu-platinat, cu reflexe roșii.

Proprietăți optice. Culoare albă cu reflexe slab roz, vizibilă mai ales în comparație cu mineralele albe. R în aer pentru verde 60%, oranj 55,5%, roșu 51%, în imersie pentru verde 51%, oranj 50%, roșu 45%. Bireflexia nu se observă. Efectele de anizotropie se observă destul de greu în aer, în imersie se văd destul de bine, remarcîndu-se cu această ocazie și structura mineralului.

Ocurență. Apare în zăcăminte de nichel, cobalt și bismut, alături de nichelină, cloantit, smaltină, gersdorfit, millerit, safflorit, argentit, pirargirit etc.

În România se află la Bădeni în șisturi cristaline, asociat cu nichelină, cloantit, millerit, pirită, ankerit. În R. D. Germană se găsește la Eisleben și Mansfeld, în Spania la Los Jarales, în Canada la mina Moose Horn și Sudbury, în Maroc la Bou Azer.

UMANGIT Cu_3Se_2

Sistemul de cristalizare: rombic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4{,}28$; $b_0=6{,}4$; $c_0=12{,}46$ Å. $Z=4$.

Mase: compacte, agregate granulare. $H=3$; $G=6{,}78$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* în spărtură proaspătă ușor violet, cu timpul violet-albăstrui. *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. Opac, ușor anizotrop, pleocroism: ω = violet-roșu, ε = cenușiu-albastru. $R\omega$ pentru verde 17%, oranj 14%, roșu 16%, $R\varepsilon$ pentru verde 19%, oranj 14%, roșu 14%.

Ocurență. Se găsește în Argentina la Sierra de Umango, asociat tiemannitului, bornitului, calcitului; în R. F. Germania la Andreasberg; în Suedia la Skrikerum; în Spania la Rio Tinto.

BORNIT Cu_5FeS_4

Sistemul de cristalizare: cubic; 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare. $a_0=10{,}97$ Å. Z=8; la temperatura camerei devine de cele mai multe ori rombic; $a_0=b_0=21{,}94$; $c_0=10{,}97$ Å; conține $Cu_4Fe_8S_{32}$.

Habitus: cristale cubice, dodecaedrice, rar octaedrice. *Mase:* compacte, granulare. *Macle:* plan de maclă (111). *Clivaj:* (111), întrerupt. *Spărtură:* concoidală. *H*=3; *G*=4,9–5,3. *Luciu:* metalic. *Culoare:* în spărtură proaspătă este roșu-arămiu-închis; cu timpul se acoperă cu o pojghiță irizată (mai ales albastră). *Urmă:* neagră-cenușie.

Proprietăți optice. Prezintă o slabă anizotropie, iar în imersie poate fi chiar clar anizotrop. *R* în aer pentru verde 18,5%, oranj 19%, roșu 21%, în imersie pentru verde 7%, oranj 8%, iar roșu 11%. Comportarea diferită a bornitului din punct de vedere optic este determinată de variația compoziției sale chimice. Formula Cu_5FeS_4 este teoretică, compoziția chimică reprezentînd un amestec de Cu_3FeS_3 și Cu_9FeS_6 (Kraus și Goldsberry, 1914).

Ocurență. Este un mineral de origine atît endogenă cît și exogenă. Bornitul endogen apare în unele zăcăminte hidrotermale, în parageneză cu calcozină endogenă, galenă, blendă, pirită etc. Bornitul exogen este întîlnit în zăcămintele hidrotermale de sulfuri, în zonele de îmbogățire secundară, asociat cu relicte de calcopirită, cu calcozină și covelină. Se mai formează pe cale metasomatică, sub formă de filonașe mici neregulate, salbande sau mase compacte.

În comparație cu alte sulfuri secundare de cupru, bornitul este mai puțin stabil, fiind înlocuit de calcozină și covelină, mai bogate în Cu. Prin descompunere, pe seama bornitului, în zona de oxidare se formează compuși oxigenați: malachitul, azuritul, mai rar cupritul.

În România este întîlnit rar în zăcăminte de șisturi cristaline (Crucea, Bălan, Altîn Tepe, Bucova, Teregova), în mod excepțional legat de magmatismul hercinic (Plavișevița), uneori în mineralizații cuprifere mezotermale asociate provinciei ofiolitice mezozoice (Căzănești, Pietroasa, Balabancea), relativ frecvent în zăcămintele pirometasomatice hipotermale ale provinciei banatitice (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Oțelu Roșu), precum și în zăcămintele hidrotermale legate de magmatismul neogen (Ilba, Baia Sprie, Țibleș, Deva, Stănija, Bucium).

În R. D. Germană apare la Berggiesshübel în Saxonia, în Suedia la Norberg, în Anglia la Redruth.

5. TIPUL A_4X_3

DIMORFIT As_4S_3

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,6032 : 1 : 0,9068.

Habitus: cristale bipiramidale (111), tabulare (001) sau prismatice cu forme (110) și (001). Forme caracteristice: c (001), b (010), m (110), t (021), d (101), p (111). *Clivaj:* absent. $H=1\ ^1/_2$. $G=2,58-2,60$. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* galben, oranj.

Proprietăți optice: Transparent, biax pozitiv, pleocroic, birefringență moderată.

Chimism. Sulfură de arsen: As=75,70%, S=24,30%.

Ocurență. Asociat realgarului și sulfului apare în fumarole cu sulfați (T=70–80°); este citat la Solfatara în Italia și la Cerro de Pasco în Peru.

RICKARDIT $Cu_4Te_3 \sim Cu_3Te_2$

Sistemul de cristalizare: tetragonal.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,98$; $c_0=6,12$ Å.

Habitus: mase neregulate masive. $H=3$. $G=7,54$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* roșu-violaceu.

Proprietăți optice. În secțiuni lustruite puternic anizotrop și puternic pleocroic: ω=roșu, ε=violet-cenușiu.

Chimism. Compoziția chimică: Cu=40,74%; Te=59,21%.

Ocurență. Asociat cu telur nativ, petzit etc. Apare în S.U.A. la mina Good Hope, Vulcan, la Empress Josephine, Bonanza (Colorado) și Warren (Arizona); în Australia la Kalgoorlie.

WEISSIT Cu_5Te_3

Sistemul de cristalizare: hexagonal (?)

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=12,14$; $c_0=21,71$ Å.

Habitus: masiv. $H=3$. $G=6$. *Culoare:* negru-albăstrui pe suprafață proaspătă. *Urmă:* neagră. *Luciu:* metalic.

Ocurență. Asociat cu pirită, telur, silvanit, petzit și rickardit se găsește în S.U.A. la Good Hope, Mammoth Chimmy, Vulcan (Colorado).

6. TIPUL AX

Mineralele din tipul AX prezintă simetrie cubică sau hexagonală; frecvente sînt modificațiile polimorfe, ex.: wurtzit și blendă, cinabru și metacinabarit etc. Principalele tipuri de rețele cristaline sînt de tipul structurii clorurei de sodiu (galena), structură cubic polară (blenda), structură apropiată de forma hexagonală (wurtzitul) și structură întîlnită la metalele tranziționale cu anioni mai ușor polarizabili (arseniura de nichel).

A. Grupa galenei

GALENĂ PbS

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,94$ Å; conține Pb_4S_4. $Z=4$.

Habitus: de cele mai multe ori cristale cubice, cub-octaedrice, octaedrice, dodecaedru romboidal. Forme frecvente: a (100), o (111), d (011); f (013),

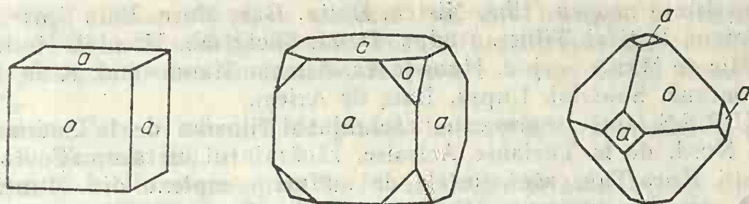


Fig. 13. Cristale de galenă.

p (122), mase granulare tabulare (001), separații diseminate de formă neregulată. *Macle:* plan de maclă (111) sau (114), lamelare. *Structura cristalină:* analoagă cu cea a clorurii de sodiu, fiecare atom de plumb fiind înconjurat de șase atomi de sulf. Apar legături de rezonanță între electronii de sulf și de plumb, care determină caracterul de semiconductor al cristalelor. *Clivaj:* (001), aproape perfect; varietățile cu bismut arată un clivaj după fața (111) care prin încălzire dispare, apărînd clivajul normal după fața de cub. $H=2\,^1/_2-2\,^3/_4$. $G=7{,}58$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* pe spărtură proaspătă cenușiu de plumb.

Proprietăți optice. Culoarea în secțiune lustruită este albă (etalon pentru culoare albă). *R* în aer pentru verde 43,4%, oranj 41,6%, roșu 40%, iar în imersie pentru verde 28,8%, oranj 27,1%, roșu 25,9%. Este izotrop. Poate prezenta o slabă anizotropie în cazul cînd a fost supusă presiunilor orientate sau cînd formează soluție solidă cu $AgBiS_2$ (matilditul).

Chimism. Cristalele de galenă conțin, alături de S și Pb, un număr ridicat de elemente minore. Puține din acestea joacă un anumit rol sau au o influență semnificativă în momentul separării cristalelor de galenă; majoritatea dintre aceste elemente provin, în cea mai mare măsură, din mineralele concrescute intim cu galena, mispichelul, tetraedritul și alte sulfosăruri. Sînt remarcate conținuturi diferențiate de As, Sb, Bi, Se, Sn, Mn, Mo, Co, Ni.

Transformări. În urma proceselor de alterare a zăcămintelor, galena se oxidează acoperindu-se cu o crustă de anglezit ($PbSO_4$), care la suprafață, în contactul cu aerul atmosferic, se acoperă de o crustă de ceruzit ($PbCO_3$). Acești compuși greu solubili formează un fel de scut protector în jurul părții centrale neatinse de alterare, oprind acțiunea agenților oxidanți în interior. Spre deosebire de blendă, în zona de oxidare pe seama galenei, se formează în afară de anglezit și ceruzit, și o serie de compuși oxigenați, greu solubili, de tipul fosfaților, arseniaților și vanadaților.

Ocurență. Galena este întîlnită aproape exclusiv în zăcămintele hidrotermale, unde apare în parageneză cu blendă, pirită, sulfosăruri, telururi, arseniuri și seleniuri. Zăcămintele hidrotermale de plumb și zinc se prezintă, fie sub formă de filoane tipice, fie ca zăcăminte metasomatice, neregulate, în calcare.

În România apare în complexe cristaline (Băile Borșa, Cîrlibaba, Rodna, Pojorîta, Crucea, Broșteni, Bălan, Turnu Roșu, Gura Văii, Teregova, Muncelu Mic, Vețel, Eibenthal), fie în lentile de geneză discutabilă, ulterior metamorfozate, sau ca filoane și lentile hidrotermale vechi, apoi în filoane hidrotermale în legătură cu magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra, Jolotca, Șinca Nouă, Poiana Mărului, Almaș-Săliște, Somova, Turcoaia), în filoane și corpuri pirometasomatice asociate magmatismului banatitic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Rușchița, Săvîrșin, Băița — Bihor, Pietroasa, Băișoara), în filoane hidrotermale legate

de magmatismul neogen (Ilba, Nistru, Băița, Baia Mare, Baia Sprie, Cavnic, Băiuţ, Poiana Botizei, Ţibleş, Rodna, Deva, Săcărîmb, Hondol, Ruda-Barza, Almaşu Mic de Munte — jud. Hunedoara, Almaşu Mare — jud. Alba, Bucium, Roșia Montană, Sohodol, Lupșa, Baia de Arieș).

În U.R.S.S. sînt interesante: zăcămîntul filonian de la Sadonsc, Caucazul de Nord, de la Turlansc Acisaisc, zăcămîntul metasomatic în calcare din Munții Kara-Tau, zăcămintele de sulfuri complexe din Munţii Altai. În S.U.A. apare în regiunea Mississippi Valley la Joplin, Galena şi Picher, precum şi în statul Colorado la Leadville; în R. S. F. Iugoslavia la Trepça; în Austria la Bleiberg; în Spania la Sinores Pennaroia; în R. P. Bulgaria în Munții Rodopi; în R. D. Germană la Freiberg; în R. S. Cehoslovacă la Přibram şi Mies; în Mexic la Santa Eulalia; în Canada la minele Sullivan.

CLAUSTHALIT $PbSe$

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6{,}15$ Å; conţine Pb_4Se_4.

Habitus: mase granulare compacte. *Clivaj:* (001) bun. $H=2\,^1/_2-3$; $G=7{,}8-8{,}079$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu de plumb.

Proprietăți optice. Opac, în secțiuni lustruite izotrop. *R* pentru verde 50%, oranj 43%, roşu 40%.

Chimism. Seleniură de plumb, la care se adaugă alături de Pb şi Se, ca elemente minore, Hg, Ag, şi Cu, Co, Fe, ca impurităţi.

Ocurență. Se găsește la Clausthal, Lehrbach și Zorge în Munţii Harz (R. F. Germania), iar în Saxonia la Reinsberg la nord de Freiberg (R. D. Germană), apoi în Spania la Rio Tinto, în Argentina la Cerro de Cacheuta.

ALTAIT $PbTe$

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6{,}45$ Å; conține Pb_4Te_4.

Habitus: mase compacte masive, uneori cristale cubice şi cub-octaedrice. Forme principale: a (001), o (111), β (223). *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* subconcoidală. $H=2{,}5$. $G=8{,}1-8{,}2$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu, uşor gălbui.

Tabelul 21

Analize chimice

	1	2
Pb	61,33	60,71
Ag	0,43	1,17
Au	0,02	0,26
Cu	0,01	—
Fe	0,13	—
Te	38,43	37,31
Se	0,08	—
Total	100,43	99,45

1 — Kalgoorlie (Australia); 2 — Stanislaus (California).

Proprietăți optice. Opac, în secțiuni lustruite izotrop. *R* pentru verde 61%, oranj 55%, roșu 52%. Uneori prezintă anizotropie optică determinată de procesul de lustruire. În imersie *R* pentru verde, 56%, oranj 51% și roșu 48%.

Chimism. Este o telurură de plumb la care se semnalează și prezența Ag, Au, Cu, Fe (tab. 21).

Ocurență. În România apare în filoane hidrotermale, legate de magmatismul banatitic (Băița — Bihor) sau de cel neogen (Băița, Săcărîmb, Ruda-Barza, Stănija, Bucium, Baia de Arieș).

În U.R.S.S. se găsește în Munții Altai, în zona Semipalatinsk, în Siberia, asociat cu hessitul; în Chile la Condorriaco; în Carolina de Nord (S.U.A.) este asociat cu cuarț, aur, galenă, pirită, tetraedrit.

ALABANDINĂ MnS

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,22 Å; conține Mn_4S_4.

Habitus: cristale cubice, cub-octaedrice, mase granulare. Forme caracteristice: a (001), d (011), o (111), n (112). *Macle:* plan de maclă (111), simple sau complexe. *Clivaj:* (001) perfect. *H*=3 1/2—4. *G*=4,0—4,05. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru de fier. *Urmă:* verde.

Proprietăți optice. Opac. Izotrop. *R* în aer pentru verde 24%, oranj 21% și roșu 20%. În imersie pentru verde 12,5%, oranj 8,5%, roșu 8%. Reflexe interne de culoare verde-închis se observă numai în imersie, cu multă atenție.

Ocurență. Este un mineral destul de rar, fiind identificat îndeosebi în filoanele epitermale, alături de rodonit și rodocrozit, minerale de argint, telururi de aur, blendă, galenă, calcopirită etc.

În România se găsește în filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen, la Cavnic, Căraci, Săcărîmb, Zlatna-Almașu Mare, Roșia Montană, Baia de Arieș.

În Peru apare la Morococha; în Mexic la Puebla; în Japonia la Saimyoji, Ugo; în S.U.A. la Tombstone, Schellbourne, Eureka Gulch.

OLDHAMIT CaS

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,686 Å.

Clivaj: (001). *H*=4. *G*=2,58. *Culoare:* brun-pal.

Proprietăți optice. Transparent, izotrop, n_{Na}=2,137.

Ocurență. Se găsește în meteoriții de la Busti (India) și de la Bischopville din statul Carolina de Sud (S.U.A.).

B. Grupa blendei

BLENDĂ ZnS

Sistemul de cristalizare: cubic, $\bar{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,406 Å; conține Zn_4S_4. Z=4.

Habitus: cristale tetraedrice, forme pozitive și negative, deosebindu-se prin caracterul luciului și prin figurile de coroziune. Forme caracteristice:

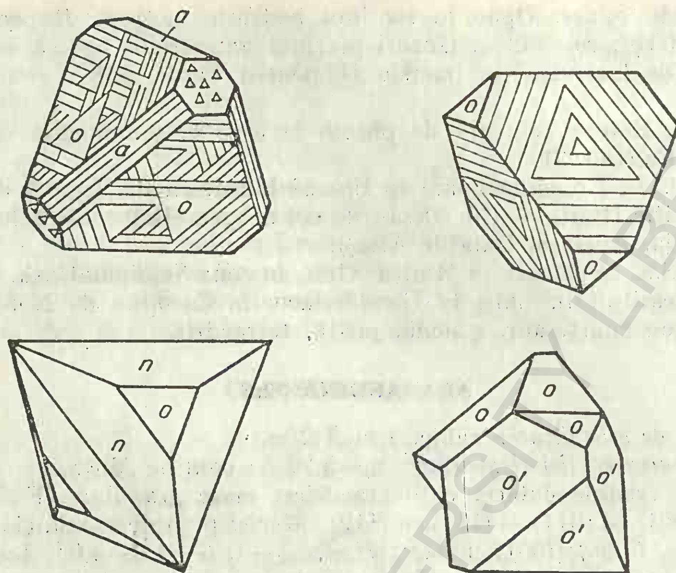


Fig. 14. Cristale de blendă.

a (001), d (011), o (111), -o ($\bar{1}$11), n (112), -n ($\bar{1}$12), β (223) etc. Mase compacte cu structură granulară netă, mai rar aspecte reniforme, fibroase, criptocristaline. *Macle:* ax de maclă [111], cu fața paralelă sau perpendiculară pe fața (111), lamelare. *Clivaj:* (011) perfect. *Spărtură:* concoidală. $H=3\,^1/_2-$ -4. $G=3{,}9-4{,}2$; variază odată cu variațiile conținutului în Fe. *Culoare:* brun sau galben-brun, deseori negru (marmatitul) mai rar galben, roșu sau verzui. Se cunosc varietăți cu totul incolore și transparente (cleiofanul). *Urmă:* albă, ușor colorată în nuanțe gălbui și brune; varietățile bogate în fier lasă urmă brună. *Luciu:* rășinos sau adamantin. Rău conducător de electricitate. Prezintă proprietăți termoelectrice. Unele varietăți devin fosforescente prin frecare sau sfărîmare.

Chimism. Alături de Zn sînt remarcate sub formă de amestecuri izomorfe elemente de tipul Fe, Ge, Pb, Cd, In, Mn, Ga, Co, Ni, Hg. Conținutul acestor elemente variază în funcție de condițiile de formare ale mineralului, gradul de saturație a soluției hidrotermale în elemente chimice străine, tipul atomic al elementelor coexistente în soluție, temperatura, presiunea, capacitatea rețelei de a accepta elementele străine în celula sa.

Structura reticulară a blendei este de tip diamant, reprezentată prin două rețele cubice cu fețele centrate întrepătrunse la 1/4 din diagonala spațială a cubului elementar. În rețeaua cubică fiecare atom de zinc este înconjurat tetraedric de patru atomi de sulf și invers. Considerînd planele reticulare paralele cu fața de octaedru, se observă așezarea polară a atomilor în direcția axei A^3, atomii de zinc fiind situați față de atomii de sulf totdeauna în același sens al direcției [111], ceea ce concordă cu simetria cubică tetraedrică. În opoziție cu diamantul, de a cărui structură se apropie, clivajul la blendă nu se produce după fețele de octaedru, ci după fețele de dodecaedru romboidal, deoarece planele reticulare corespunzătoare prezintă densitatea maximă, conținînd același număr de ioni de Zn și S.

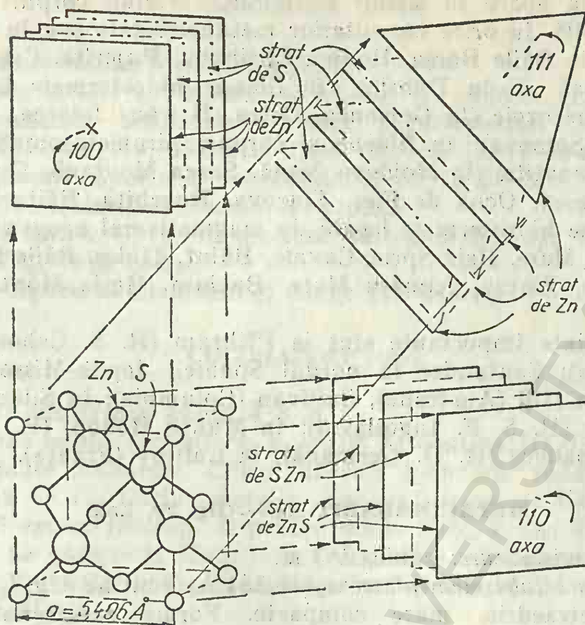


Fig. 15. Structura blendei.

Transformări. Se alterează trecînd în sulfat de zinc solubil în apă, de unde sărăcirea în Zn în zonele de oxidație. Apele, întîlnind calcare, depun carbonatul de Zn.

Proprietăți optice. În secțiuni lustruite este izotrop, semitransparent, cu indici de refracție ridicați. Valorile indicelui de refracție n pentru diferite lungimi de undă variază în raport de conținutul de Fe (tab. 22).

Tabelul 22

Variația indicelui de refracție n (Na) la blendă

% Fe	n (Na)	Localizarea
5,47	2,400	Spania
10,80	2,430	Australia
17,06	2,470	Saxonia

Culoarea în secțiune lustruită este cenușie, tenta variind în funcție de ambianța paragenetică în care apare granulul. Este etalon pentru culoarea cenușie. *R* în aer pentru verde 18,5%, oranj 14,5%, roșu 18%; în imersie pentru verde 6,5%, oranj 5,5%, roșu 5,5%. Reflexele interne prezintă culori în tonuri de galben pînă la alb la blendele foarte puțin ferifere și brun-roșietice la blendele ferifere.

Ocurență. Majoritate a acumulărilor de blendă sînt de origine hidrotermală. În aceste zăcăminte hidrotermale blenda este legată de galenă, calcopirită, pirită etc. Poate fi întîlnită și ca mineral exogen, dar foarte rar. Este deseori semnalată în unele zăcăminte de cărbuni.

În România apare în șisturi cristaline, formînd corpuri și lentile cu geneză discutabilă, în orice caz ulterior metamorfozate sau în filoane hidrotermale vechi (la Băile Borșa, Rodna, Cîrlibaba, Pojorîta, Crucea, Broșteni, Bălan, Eibenthal, Vadu Dobrii); în filoane hidrotermale în legătură cu magmatismul mezozoic (la Gemenea, Ostra, Ditrău, Jolotca, Poiana Mărului, Căzănești, Somova); în filoane și corpuri pirometasomatice, legate de magmatismul banatitic (la Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Rușchița, Băița — Bihor, Băișoara); în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (la Ilba, Nistru, Băița, Baia Mare, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Deva, Săcărîmb, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Roșia Montană, Baia de Arieș).

Alte zăcăminte importante sînt la Přibram (R. S. Cehoslovacă); Binnenthal (Elveția); Santander în nordul Spaniei; Joplin-Missouri — Kansas (S.U.A.); Broken Hill (Australia); Sullivan (Columbia); în Silezia (R. P. Polonă); la Trepça (R. S. F. Iugoslavia); în Munții Rodopi (R. P. Bulgaria); la Freiberg, Annaberg (R. D. Germană); la Laffrey (Franța).

METACINABARIT HgS$\sim$(Hg, Fe, Zn)S

Sistemul de cristalizare: cubic, $\bar{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,854 Å; conține Hg_4S_4. Z=4.

Habitus: tetraedric, mase compacte. Forme caracteristice: a (001), d (011), -o ($\bar{1}$11), o (111), η (015), e (012), m (113) etc. *Macle:* plan de maclă (111). *Clivaj:* absent. *H*=3. *G*=7,65. *Spărtură:* concoidală. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru-cenușiu. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. Izotrop, culoarea este alb-cenușie în secțiune lustruită; uneori indică fenomene de slabă anizotropie; bireflexie slabă, mai clară în imersie.

Chimism: Deseori se remarcă prezența Zn și Se substituind Hg și respectiv S (tab. 23).

Tabelul 23

Analize chimice

	1	2	3
Hg	77,68	79,69	83,38
Fe	5,36	1,04	—
Zn	—	3,32	2,17
Se	—	—	—
S	14,97	14,97	14,24
Rez.	1,41	—	0,52
Total	99,42	99,02	100,31

1 — Baia Sprie (România); 2 — Pola de Lena (Spania); 3 — Levigliani (Italia).

Ocurență. Este întîlnit asociat, de regulă, cu cinabru, wurtzit, stibină, marcasită, mercur nativ, realgar, în parageneze specifice zăcămintelor hidrotermale de temperatură joasă. În România apare la Baia Sprie. Este citat la Idria, Levigliani în Italia, la Mernik în Cehoslovacia, la Pola de Lena în Spania, la San Onofre în Mexic, la New Almaden și New Idria în S.U.A.

TIEMANNIT HgSe

Sistemul de cristalizare: cubic, $\overline{4}$ 3 m.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6{,}069$ Å; conține Hg_4Se_4.
Habitus: cristale tetraedrice. Forme caracteristice: o (111), a (001), -o ($\bar{1}$11), m (113), -m ($\bar{1}$13). Striații după direcția [1$\bar{1}$0]. *Macle:* după axul [111]. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* concoidală. $H=2\,{}^1/_2$. $G=8{,}19$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, cenușiu de plumb.
Proprietăți optice. Opac, în secțiune lustruită izotrop. *R* pentru verde 30%, oranj 27%, roșu 25%.
Ocurență. Apare la Clausthal și Zorge (M. Harz).

COLORADOIT HgTe

Sistemul de cristalizare: cubic, $\overline{4}$ 3 m.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6{,}08$ Å; conține Hg_4Te_4.
Habitus: mase granulare. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* subconcoidală. $H=2\,{}^1/_2$. $G=8{,}19-8{,}47$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier, cenușiu.
Proprietăți optice. Izotrop. *R* pentru verde 30%, oranj 27%, roșu 25%.
Ocurență. Se găsește la Kalgoorlie (Australia), asociat aurului și telururilor de argint. Este citat la Clausthal și Lerbach (în Munții Harz) și la Pinte — statul Utah (S.U.A.).

C. Grupa calcopiritei

CALCOPIRITĂ $CuFeS_2$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, $\overline{4}$ 2 m.
Relația axială: a : c = 1 : 1,9705.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}28$; $c_0=10{,}41$ Å. $Z=4$. Conține $Cu_4Fe_4S_8$.
Habitus: cristalele idiomorfe rare; în cazurile cînd apar forme cristalografice, formele frecvente sînt cele octaedrice, cu fețe vizibile de tetraedru, forme tetraedrice și mai rar scalenoedrice. Fețele tetraedrului pozitiv sînt mate sau acoperite cu striații, iar ale tetraedrului negativ sînt netede. Sînt frecvente masele compacte, granulele diseminate, ca și formațiunile colomorfe, reniforme sau în ciorchini. (001) ∧ (112) = 54°21′, (100) ∧ (101) = 26°54′, (001) ∧ (102) = 44°36′, (112) ∧ ($\bar{1}\bar{1}$2) = 109°50′. Forme caracteristice: c (001), a (010),

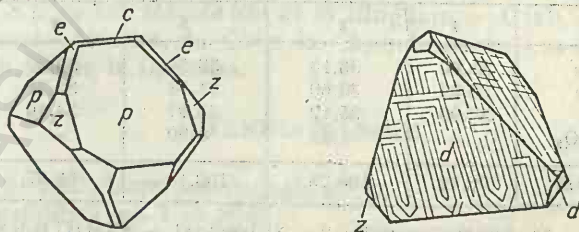


Fig. 16. Cristale de calcopirită.

m (110), p (112), t (111). *Macle*: plan de maclă (112), după (112) de penetrație, uneori ⊥ (112); plan de maclă (012) și cu ax de maclă [001], față de macla (110). *Clivaj*: (011) bun, (201) imperfect. $H=3^1/_2-4$. $G=4{,}2-4{,}3$. *Luciu*: metalic. *Culoare*: galben de alamă, deseori cu reflexe galben-închis sau multicolore. *Urmă*: neagră, cu nuanțe verzui.

Proprietăți optice. Culoarea în secțiune lustruită este galben-deschis strălucitor, fiind etalon pentru culoarea galbenă. *R* în aer pentru verde 41,5%, oranj 40,5%, roșu 40,0%, iar în imersie pentru verde 33,5%, oranj 32%, roșu 29,5%. Bireflexia nu se observă. Sînt totuși situații cînd se observă maclele și limitele dintre granule datorită unei foarte slabe bireflexii. Prezintă anizotropie optică foarte slabă, observabilă doar printr-o iluminare foarte intensă. Calcopiritele mai bogate în fier pot prezenta o anizotropie clară, sesizabilă la unele ocurențe din zăcămintele pirometasomatice.

Chimism. În chimismul sulfurei de cupru și de fier sînt prezente numeroase elemente minore, care participă la structura calcopiritei sau în afara structurii. Dintre acestea amintim Au, Ag, Sn, Mo, Mn, Co, Ni, Se, Te, Bi, Sb, As și Tl. Deseori este semnalat și In (0,1% Cornwall).

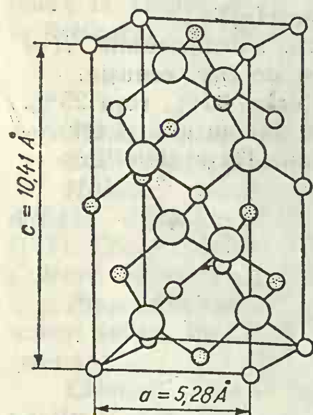


Fig. 17. Structura calcopiritei.

Structura cristalină este caracterizată printr-o rețea tetragonală, relativ simplă, apropiată de rețeaua cubică; se apropie de structura blendei deși apar deosebiri din punctul de vedere al proprietăților fizice. Deseori calcopirita se întîlnește în blendă, sub formă de incluziuni foarte fine, formate în urma descompunerii unei soluții solide în proporții limitate, fapt care se poate explica prin asemănarea rețelelor cristaline, mai ales la temperaturi ridicate. De asemenea și blenda este semnalată ca incluziune în cristalele de calcopirită, ca urmare a descompunerii soluțiilor solide dintre acești doi componenți.

Ocurență. Se poate forma în natură în diferite condiții geologice. Frecvent este asociată cu pirotină în zăcămintele lichid-magmatice cantonate în roci eruptive bazice. Este, de asemenea, răspîndită în zăcămintele tipice hidrotermale, atît fi-

Tabelul 24 a

Analize chimice ale calcopiritei

	1	2	3	4
Cu	33,60	33,10	33,54	33,20
Fe	30,92	30,60	31,78	32,21
S	34,90	35,12	33,97	34,46
SiO_2	—	1,43	0,90	—
Total	99,42	100,25	100,19	99,87

1 — St. Agnes (Cornwall); 2 — Sirianovski — Altai (U.R.S.S) 3 — Arakawa (Japonia); 4 — Sasca Montană (România).

loniene cît și metasomatice (inclusiv în cele metasomatice de contact), cînd se asociază, de obicei, cu pirită, pirotină, blendă, galenă, tetraedrit și cu multe alte minerale caracteristice acestor zăcăminte. Prin procese exogene apare în multe roci sedimentare, în condiții de mediu bogat în hidrogen sulfurat, de regulă, rezultat în urma descompunerii resturilor organice și a fluxului soluțiilor cuprifere.

În procesele de alterare se produce inițial o oxidare cu trecerea atît a Cu cît și a Fe în sulfați de cupru și fier. Sulfatul de cupru, solubil în soluțiile de alterare, reacționează cu CO_2 sau cu carbonații rocilor înconjurătoare, în prezența O_2 și trece în malachit și azurit, iar hidrosolii de silice reacționează dînd crisocolul. Dacă aceste soluții de alterare întîlnesc alte soluții bogate în diverși acizi, diferitele reacții chimice produse conduc la apariția unor variate săruri: arseniați, fosfați, vanadați, uneori chiar cloruri.

Se remarcă în natură variate pseudomorfoze după calcopirită, putîndu-se urmări înlocuirea ei prin alte sulfuri secundare de Cu, ca bornit, calcozină, covelină etc., fenomene vizibile în zonele de îmbogățire secundară în sulfuri ale zăcămintelor cuprifere.

În România apare în complexe de șisturi cristaline, formînd corpuri și lentile de geneză discutabilă vulcanogen-sedimentară sau hidrotermală, ulterior metamorfozate (Băile Borșa, Cîrlibaba, Rodna, Fundul Moldovei, Pojorîta, Crucea, Bălan), în filoane hidrotermale vechi (Valea lui Stan, Rășinari, Muncelu Mic, Vețel, Lipova), însoțind zăcăminte metamorfice de Fe și Mn (Tulgheș, Baia de Fier, Bucova, Teregova), în roci bazice și ultrabazice vechi nichelifere la Bădeni, Holbav, în Munții Făgăraș, Lotru, Cibin, Sebeș, la Baia de Fier, Eibenthal, Poiana Mărului. De asemenea, apare în corpuri și filoane pirometasomatice și hidrotermale, legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra, Tulgheș, Ditrău, Jalotca, Rocoșu de Jos, Vîrghiș, Munții Mehedinți, Baia de Aramă, Almaș-Săliște — jud. Hunedoara, Zam, Cerbia, Roșia Nouă — jud. Arad, Vața de Sus, Căzănești, Ciungani, Somova, Altîn Tepe), de magmatismul banatic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Băișoara) și de magmatismul neogen (Ilba, Nistru, Băița, Baia Mare, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Deva, Sacărîmb, Hondol, Stănija, Zlatna, Almașu Mare, Întregalde, Bucium, Roșia Montană, Baia de Arieș), precum și în concentrații localizate în roci sedimentare, fără legătură vizibilă cu corpuri magmatice (Solești).

În U.R.S.S. se întîlnește în zăcăminte metamorfozate de pirită (Munții Ural, Transcaucazia), în zăcăminte metasomatice de contact (la Turinsk, Uralul de Nord, la Minusinsk, pe versantul estic al Munților Alatau). În R. S. F. Iugoslavia apare la Bor și Maidanpek, în R. P. Bulgaria la Madan și Burgas, în S.U.A. în zăcămintele de la Bingham — Utah, Butte—Montana, Clifton, Morenci—Arizona, în Chile la Chuquicamata, în R. Zair în gresii cuprifere și în Mexic la Cananea.

STANNIN Cu_2FeSnS_4

Sistemul de cristalizare: tetragonal, $\bar{4}$ 2 m.

Relația axială: a:c=1 : 1,9666.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,47, c_0=10,74 Å. Z=2; conține $Cu_4Fe_2Sn_2S_8$.

Habitus: pseudotetragonal, cubic sau tetraedric. Aspectul exterior este asemănător cristalelor de calcopirită. Se întîlneşte şi sub formă de granule neregulate sau mase compacte. Forme cristalografice caracteristice: c (001), a (010), m (110), n (114), —n (Ī14), p (112), —p (Ī12). *Macle*: de penetraţie (102,), uneori (112). La microscop sînt vizibile şi maclele polisintetice. *Clivaj*: (110) şi (001) imperfect. $H=4$. $G=4,3-4,5$. *Luciu*: metalic. *Culoare*: cenuşiu-strălucitor, negru de fier, cu nuanţe măslinii-verzui. *Urmă*: neagră.

Proprietăţi optice. În secţiune lustruită culoarea este cenuşie cu tente oliv-verzui. *R* în aer pentru verde 23%, oranj 21%, roşu 19%; în imersie pentru verde 9,5%, oranj 10%, roşu 10,5%. Bireflexia nu se observă clar în aer; în imersie se observă o variaţie a culorii de la cenuşiu-oliv la cenuşiu-oliv-verzui. Anizotropia este vizibilă în aer, iar în imersie devine foarte clară şi pune în evidenţă structura internă a granulelor. Stanninul izotrop (stannin II sau izostannin) este o varietate care conţine $CuFeS_2$ şi ZnS, sub formă de amestec la temperaturi ridicate.

Structura este asemănătoare cu a blendei.

Chimism. Este relativ variabil; apar modificări în formula sa datorită incluziunilor de calcopirită şi blendă, fapt vizibil îndeosebi în secţiuni lustruite.

Tabelul 24 b

Analize chimice

	1	2	3
Cu	29,00	29,38	29,24
Fe	13,75	13,89	13,95
Sn	27,50	27,20	27,14
Zn	0,75	0,02	0,08
S	29,00	28,77	28,88
Rez.	—	0,62	0,51
Total	100,00	99,88	99,80

1 — Veta del Estano (Potosi, Bolivia); 2 — Oruro (Bolivia); 3 — Chocaya (Bolivia).

Ocurenţă. Este un mineral cu o frecvenţă scăzută fiind întîlnit, de regulă, în zăcăminte hidrotermale cu staniu şi în zăcăminte de staniu şi wolfram, asociat cu casiterit, calcopirită, mispichel, wolframit. Cu o distribuţie mai ridicată este întîlnit în mineralizaţiile de blendă şi galenă sau de blendă şi pirotină. În aceste cazuri stanninul este intim asociat cu blenda şi calcopirita; uneori se remarcă înlocuirea lui cu casiterit. În zonele de oxidare se descompune uşor, cu formare de limonit şi casiterit, însă masa principală a staniului trece, probabil, în soluţie coloidală, care ulterior se coagulează şi dă naştere maselor pămîntoase, spongioase sau colomorfe de casiterit.

În România apare în lentile de cuarţ din şisturile cristaline (Valea lui Stan) şi în filoane hidrotermale neogene (Hondol).

Se întîlneşte în Munţii Metaliferi (Cehoslovacia), în provincia Zeeland (Olanda), în insula Tasmania, la Cerro de Potosi, Oruro, Chocaya (Bolivia), la Black Hill (S.U.A), în peninsula Cornwall (Anglia).

D. Grupa wurtzitului

WURTZIT ZnS

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6 m m.

Relația axială: a : c=1 : 1,6349.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,82, c_0=6,26 Å. Z=2. Conține Zn_2S_2.

Habitus: cristale piramidale (50$\bar{5}$2) și (10$\bar{1}$1). Varietăți prismatice sau tabulare (0001); striații pe (10$\bar{1}$0) și (10$\bar{1}$1). Forme comune: c (0001), m (10$\bar{1}$0), r (10$\bar{1}$1), a (10$\bar{2}$0). Uneori mase metacoloidale. *Clivaj*: (11$\bar{2}$0) slab, (0001) imperfect. *H*=3$^1/_2$—4. *G*=3,98. *Luciu*: rășinos, adamantin. *Culoare*: brun-negricios; variază în funcție de conținutul în Fe. *Urmă*: brună.

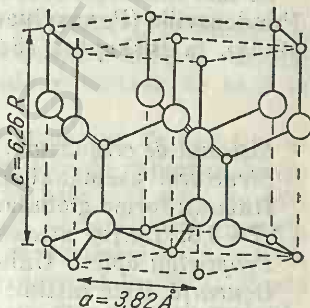


Fig. 18. Structura wurtzitului.

Proprietăți optice. Uniax pozitiv; indicii de refracție ε=2,378, ω=2,356, în lumină de sodiu, iar în lumină de litiu ε=2,350 și ω=2,330: Δ=0,022. În lumină reflectată, culoarea este cenușiu-deschis, asemănătoare cu a blendei. *R*, asemănătoare cu a blendei, este 18,3%. Anizotropia practic nu se observă; totuși cu nicoli în cruce, mai ales în imersie, se observă structura concentrică, iar la cristale se văd separații zonale. Reflexele interne sînt galbene pînă la brun-închis, uneori destul de numeroase.

Structura este asemănătoare blendei, de unde și unele apropieri între proprietățile fizice ale celor două minerale: culoarea, transparența, indicii de refracție, duritatea, greutatea specifică.

Ocurență. Este un mineral relativ rar, întîlnit alături de blendă în unele zăcăminte hidrotermale, formate la temperaturi joase; se formează numai din soluții acide.

În România apare în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen la Ilba, Nistru, Baia Sprie, Șuior.

Se mai întîlnește în R. S. Cehoslovacă la Příbram, în Bolivia la Oruro și Chocaya, în Peru la Castro Virreyna, în Anglia în Cornwall, în S.U.A. la Butte (Montana), Goldfield (Nevada) și în statele Idaho și Utah.

GREENOCKIT CdS

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6 m m.

Relația axială: a:c=1 : 1,6218.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,15; c_0=6,73 Å; conține Cd_2S_2. Z=2.

Habitus: piramidal, striații orizontale. *Macle*: plan de maclă (11$\bar{2}$2), rare. *Clivaj*: (11$\bar{2}$2) distinct, (0001) imperfect. *Spărtură*: concoidală. *H*=3—3$^1/_2$. *G*=4,9. *Luciu*: adamantin, rășinos. *Culoarea*: variază, galben-verzui, oranj, roșu.

Proprietăți optice. Uniax pozitiv. Indicii de refracție $\varepsilon=2,529$, $\omega=2,506$ în lumină de Na ($\lambda=589$); $\lambda=670$ (lumină de litiu), $\varepsilon=2,456$ și $\omega=2,431$. Pleocroism slab.

Ocurență. Apare în unele zăcăminte hidrotermale de minereuri de zinc, în cantități mici, și în unele cavități în rocile magmatice bazice. Mai frecvent este de origine exogenă, format prin alterarea ZnS, eliberarea Cd și redepunerea lui ca CdS.

În România este întîlnit ca mineral supergen, format pe seama unor mineralizații din șisturi cristaline (Cîrlibaba), legate de magmatismul mezozoic (Şinca Nouă, Poiana Mărului, Somova), de cel banatitic (Ocna de Fier, Băița—Bihor) și de cel neogen (Ilba, Țibleș).

Se mai întîlnește în Kazahstan (U.R.S.S.), la Přibram (R. S. Cehoslovacă), la Friedensville (Pennsylvania, S.U.A.), la Laurium (Grecia), la Llallagua (Bolivia), la Bishopton (Scoția), la Pierrefitte—M. Pirinei (Franța).

VOLTZIT Zn_5S_4O

Sistemul de cristalizare: hexagonal.

Structura: asemănătoare cu a blendei.

Habitus: forme globulare, compacte, lamelare sau fin fibroase. $H=4-4^1/_2$. $G=3,7-3,8$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: roșu-roz murdar, galben sau cafeniu.

Proprietăți optice. Uniax pozitiv, $\varepsilon=2,03$. Δ— ridicată.

Ocurență. Este întîlnit la mina Elias lîngă Ioachimov (R. S. Cehoslovacă), la Geroldseck lîngă Lahr-Baden (R. F. Germania) și în mina Rosières (Franța).

E. Grupa nichelinei

PIROTINA $Fe_{1-x}S$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,707.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,44$, $c_0=5,88$ Å. $Z=2$; conține $2(Fe_{1-x}S)$.

Habitus: cristale tabulare, plate (0001), piramidale cu striații orizontale. Uneori apare în mase compacte sau sub formă de impregnații de formă neregulată. *Macle*: rare după $(10\bar{1}2)$. *Culoare*: galben de bronz-închis, cu reflexe brune. *Urmă*: neagră-cenușie. *Luciu*: metalic. $H=3^1/_2-4^1/_2$. $G=4,58-4,65$. *Clivaj*: imperfect $(10\bar{1}0)$ și (0001). *Spărtură*: subconcoidală; este magnetic (magnetismul se manifestă mai intens în varietățile bogate în sulf). Este un mineral bun conducător de electricitate.

Proprietăți optice. Culoarea este crem-deschis, galben de bronz. *R* în aer pentru verde 37%, oranj 37%, roșu 36%, iar în imersie pentru verde 28%, oranj 24%, roșu 29%. Bireflexia este vizibilă numai pe marginea granulelor; în imersie este evidentă. Anizotropia este puternică; se observă culori de anizotropie. La 45° în aer apar culori în tonuri cenușiu-gălbui, în tente verzui pînă la cenușiu-brune, iar în imersie apar tente cenușiu-albăstrui pînă la cenușiu-gălbui-roșietice.

Structură și chimism. Structura cristalină se caracterizează printr-o rețea hexagonală, prezentînd cea mai compactă așezare a particulelor constituente. Se aseamănă cu structura nichelinei. În constituția chimică se remarcă

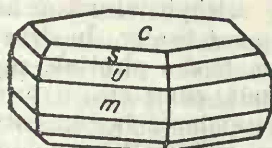


Fig. 19. Cristal de pirotină.

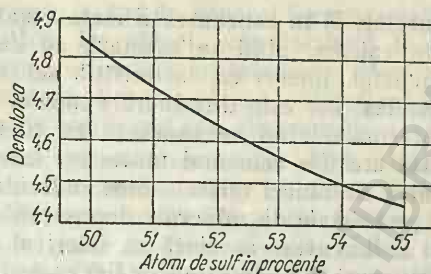


Fig. 20. Relaţia între densitate şi conţinutul în sulf la pirotină.

permanent prezenţa unui exces de sulf (în loc de 36—36,4% el ajunge la 39—40%, ceea ce revine la variaţii de 50—55% atomi de sulf). Această variaţie explică prezentarea formulei sub forma $Fe_{1-x}S$, unde x variază de la 0 la 0,2 (fig. 20).

Aceste diferenţe sînt explicate prin defectele de structură, în cazul pirotinei existînd spaţii libere neocupate de Fe^{2+}. În funcţie de raportul dintre fier şi sulf variază densitatea (cu cît cantitatea de Fe este mai mică cu atît densitatea descreşte). Formula FeS corespunde unei varietăţi determinate în meteoriţi şi numită *troilit*. Se cunoaşte şi o fază monoclinică cu $a_0=5,94$; $b_0=3,43$; $c_0=5,68$Å, $\beta=90°30'$, care trece în faza hexagonală la 500°C. Poate conţine în compoziţia sa şi Ni, Co, Mn, Cu, în general suma acestora nedepăşind proporţia de 1%.

Tabelul 25

Analize chimice ale pirotinei

	1	2	3	4
Cu	—	0,06	—	—
Fe	57,49	61,49	61,29	59,91
Co	1,50	—	—	0,12
Ni	4,30	0,39	—	0,61
S	35,71	37,18	37,97	39,69
Rez.	0,33	0,46	0,82	—
Total	99,33	99,58	100,08	100,33

1 — Troilit, Beaconsfield — meteorit; 2 — Knittelfeld (Austria); 3 — Sarrabus (Sardinia), $SiO_2=0,82$%; 4 — Freiberg (R. D. Germană).

Existenţa cuprului este deseori interpretată ca fiind consecinţa prezenţelor incluziunilor de calcopirită, iar a nichelului îndeosebi prin cea a incluziunilor de pentlandit.

Ocurenţă. În cazuri rare pirotina este un mineral de temperatură ridicată. Apariţia pirotinei nu este impusă prin temperatură, ci ca o consecinţă a concentraţiei ionilor de sulf din soluţie. La o concentraţie ridicată de sulf, fierul se separă ca o bisulfură FeS_2 (pirita), iar la o concentraţie redusă de sulf se separă sub forma unei monosulfuri de fier, FeS. Este întîlnită în zăcăminte endogene de diferite tipuri genetice: *a*) în concentraţii de sulfuri, asociată cu pentlandit şi calcopirită, în roci bazice de tipul noritelor, gabbrourilor,

diabazelor; *b*) în concentrații metasomatice, îndeosebi la contactul intruziunilor cu calcare, cînd se asociază cu calcopirita, pirita, magnetitul, blenda, mispichelul, uneori cu casiteritul, scheelitul, calcitul, cuarțul etc.; formarea mineralizațiilor este ulterioară apariției skarnelor; c) în numeroase zăcăminte hidrotermale, cînd se asociază cu blenda, galena, calcopirita, mispichelul, calcitul etc. De cele mai multe ori este mineral separat tardiv. În druze se întîlnesc de obicei cristale bine individualizate, formate din pirotină, suprapuse pe cristale de minerale depuse anterior, ca blendă, cuarț etc.; *d*) în formații sedimentare asociată cu sideritul, precum și diseminată în concentrații fosforitice; *e*) în meteoritele de fier ca nodule (varietatea troilit). Este un mineral care se descompune ușor în timpul proceselor de alterare din zona de oxidare. Formează inițial sulfatul feros, care în prezența oxigenului trece în sulfat feric, dînd prin hidroliză hidroxizi de fier insolubili (limonitul) și acid sulfuric liber, care trece în soluție, ridicînd capacitatea acestor soluții de a reacționa mai puternic, în continuare, cu diferitele minerale preexistente. Pirotina, în prezența sulfului, are tendința de a se transforma în pirită, fenomen observat la temperaturi ce variază de la 100°—300°C.

În România apare în mineralizații legate de masivele cristaline (la Iacobeni, Vatra Dornei, Băile Borșa, Crucea, Holbav, în Munții Făgăraș, Lotru, Cibin, Sebeș, la Baia de Fier, Eibenthal), în zăcăminte lichid magmatice, în ofiolite mezozoice (Munții Mehedinți, Căzănești, Ciungani), în mineralizați pirometasomatice asociate magmatismului banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Ocna de Fier, Dognecea, Tincova), în mineralizații hidrotermale legate de magmatismul neogen (Ilba, Herja, Baia Sprie, Băiuț, Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Săcărîmb, Zlatna), în formațiuni sedimentare, fără legătură vizibilă cu corpuri eruptive (Pleși-Rîmnicu Sărat).

În Canada se întîlnește la Sudbury, în Norvegia la Hundholmen și Iveland, în Suedia la Tunaberg, în Brazilia la Morro-Velho, în R. D. Germană la Freiberg, în R. F. Germania la Andreasberg, în U.R.S.S. la Devdorak, Bașmakovsk, Bogoslovsk și la Kerci, în formațiuni sedimentare.

Hidrotroilitul ($FeS \cdot nH_2O$) este forma coloidală sub care se depune monosulfura de fier, în zonele anaerobe ale bazinelor de sedimentare, sub acțiunea bacteriilor anaerobe. Se întîlnește în Suedia la Klerra și Falun, în Norvegia la Modum, Snarum, Hilsen și în Anglia în comitatul Cornwall.

VALLERIIT $Cu_2Fe_4S_7$(?)

Sistemul de cristalizare: posibil rombic sau trigonal.

Clivaj: perfect. *G*=3,14? în funcție de tipul fazelor $Cu_2Fe_4S_7—Cu_3Fe_4S_7$.

Proprietăți optice. În secțiuni lustruite este alb-crem; anizotropie puternică, bireflexie accentuată de la alb-gălbui, roz, la cenușiu. *R* pentru ε este pentru verde 47,5%, oranj 46%, roșu 45%, iar pentru ω este pentru verde 19%, oranj 16%, roșu 18%.

Ocurență: Apare în Suedia (mina Aurora) la Nya-Kopperberg.

NICHELINĂ NiAs

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,3972.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,58; c_0=5,11 Å; conține Ni_2As_2. Z=2.

Habitus: cristale idiomorfe foarte rare, avînd în general forme nedefinite, cu apariția predominantă a feței (10$\bar{1}$0). De obicei, este întîlnită în mase compacte reniforme, columnare. Structuri reticulare arborescente. *Macle*: plan de maclă (10$\bar{1}$1) sau chiar (31$\bar{4}$1). *Clivaj*: lipsește. $H=5-5^1/_2$. $G=7,784-$ $-7,838$. *Luciu*: metalic. *Culoare*: roșu de cupru pal sau alb-cenușiu.

Proprietăți optice. Culoarea este albă, cu tentă roz foarte clară. Alături de mineralele albe prezintă o culoare roz-deschis-strălucitor. Valorile R în aer sînt: $R\varepsilon$ pentru verde 48,9%, oranj 57,1%, roșu 59,5% și $R\omega$ pentru verde 42,5%, oranj 55,2%, roșu 58,5%. În imersie: $R\varepsilon$ pentru verde 37,7%, oranj 44,7%, roșu 50,1% și $R\omega$ pentru verde 32,4%, oranj 43,2%, roșu 49,8% Bireflexia este clară. Anizotropie puternică. Extincție dreaptă. În poziție diagonală se observă următoarele culori: în aer, galben-deschis (cu tente verzui) pînă la cenușiu-deschis, în imersie, galben-verzui pînă la portocaliu-roșietic.

Chimism și structură. În arseniura de nichel este determinată și prezența Sb, ca rezultat al soluției solide dintre nichelină și breithauptit. Cu totul subordonat mai sînt remarcate conținuturi în Fe, Co și S (tabelul 26).

Tabelul 26

Analize chimice

	1	2	3
Fe	—	0,05	urme
Co	—	0,49	2,04
Ni	43,92	43,25	40,64
Sb	—	0,15	4,95
As	56,08	55,10	50,78
S	—	0,15	1,47
Rez.	—	0,65	—
Total	100,00	99,84	99,88

1 — Arseniură de nichel; 2 — Hohendahl—Schacht, Eisleben; CO=0,02%, $CaCo_3$=0,35%, SiO_2=0,23%, insol=0,05%; 3 — Hudson Bay mine, Cobalt.

Structura cristalină este caracterizată printr-o rețea hexagonală, prezentînd cea mai compactă așezare a atomilor. Fiecare atom de arsen este înconjurat de șase atomi de nichel, iar fiecare atom de nichel este înconjurat de șase atomi de arsen și pe lîngă aceștia se învecinează și cu doi atomi de nichel (situați vertical). Acest fapt explică o particularitate a structurilor cristaline de acest tip, deoarece în aceste structuri, legăturile atomice, avînd în parte caracter ionic și în parte caracter de legătură metalică, determină nu numai accentuarea unor proprietăți, cum sînt puterea de reflexie sau conductibilitatea electrică, ci și o anumită variabilitate a compoziției mineralelor, care prezintă acest tip de structură.

Ocurență. Este întîlnită foarte frecvent în zăcămintele filoniene hidrotermale, uneori în cantități însemnate, sub formă de impregnații sau în mase compacte. În parageneză cu nichelină sînt semnalate deseori biarseniuri de nichel, cloantitul, rammelsbergitul, uneori bismutul nativ, argintul nativ. Prin

alterare se formează din nichelină un mineral verde-deschis — annabergitul $Ni_3(AsO_4) \cdot 8 H_2O$ — de obicei în formă de eflorescență sau de mase pulverulente.

În România apare în roci ultrabazice serpentinizate, aparținînd fundamentului cristalin (Ogradena, Eibenthal) sau ofiolitelor mezozoice (Băile Herculane, M. Mehedinți), în legătură cu magmatismul banatitic (Oravița, Ciclova Română).

În R. D. Germană se găsește împreună cu minerale de cobalt, argint și cupru la Annaberg, Freiberg și în șisturile cuprifere de la Mansfeld; de asemenea în Austria, în Franța la Chalanches lîngă Allemont, în Suedia la Nordmark, în Anglia în Cornwall, în Spania la Gollega, în Chile la Chanarcillo, în U.R.S.S. în Siberia orientală, la Berikulsk, în Japonia la Natsume, în S.U.A. la Franklin și Silver Cliff, în Canada în districtele Cobalt și Gowganda.

BREITHAUPTIT NiSb

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,2924.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,938; c_0=5,138 Å. Conține Ni_2Sb_2.

Habitus: rar sub formă de cristale, adesea tabulare (0001) sau prismatice $[10\bar{1}0]$; dezvoltări arborescente, granule diseminate sau mase compacte. *Macle*: planul de maclă $(1\bar{1}01)$. *Clivaj*: absent. *Spărtură*: subconcoidală. $H=5^1/_2$. G=8,23. *Luciu*: metalic, strălucitor. *Culoare*: în spărtură proaspătă roșu de cupru, cu reflexe violete. *Urmă*: roșie-brună.

Proprietăți optice. Culoarea în secțiune lustruită este roz-închis, cu tente liliachii. În aer $R\varepsilon$ pentru verde 45%, oranj 49%, roșu 51%, iar $R\omega$ pentru verde 35%, oranj 42%, roșu 42,5%; în imersie $R\varepsilon$ pentru verde 34,5%, oranj 43%, roșu 44,5%; $R\omega$ pentru verde 24,5%, oranj 37%, roșu 38,5%. Efectele de anizotropie sînt foarte evidente, iar în poziție diagonală prezintă culori în tonuri de verde-deschis, galben-verzui, albăstrui-verzui.

Ocurență. În zăcăminte filoniene hidrotermale apare în Munții Harz la Andreasberg, în Sardinia la Sarrabus, în Canada la Cobalt.

MILLERIT NiS

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 0,3274.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,62; c_0=3,16 Å; conține Ni_9S_9. Z=9.

Habitus: aspectul cristalelor este acicular, cu striațiuni longitudinale. Este întîlnit deseori în agregate radiare, capilare. Formele cele mai frecvente: m $(10\bar{1}0)$, a $(11\bar{2}0)$, k $(21\bar{3}0)$, r $(10\bar{1}1)$, p $(02\bar{2}1)$. *Macle*: $(01\bar{1}2)$. *Clivaj*: $(10\bar{1}1)$, $(01\bar{1}2)$ perfect. Cristalele capilare elastice. $H=3-3^1/_2$. G=5,3. *Luciu*: metalic. *Culoare*: galben de alamă, uneori irizat. *Urmă*: neagră-verzuie. Bun conducător de electricitate.

Proprietăți optice. Opac; culoarea în secțiuni lustruite este galben-deschis, apropiată la prima vedere de a calcopiritei. R în aer pentru verde 53%, oranj 54%, roșu 54%, iar în imersie pentru verde 48,5%, oranj 47,0%, roșu 42,5%.

Bireflexia este slabă şi se observă numai la marginea granulelor; în imersie se amplifică.

Ocurenţă. Aparţine mineralelor relativ rar întîlnite în natură şi în majoritatea cazurilor apare în formaţiunile tipice hidrotermale. Este întîlnit uneori în zăcăminte de sulfuri de cupru-nichel, ca mineral secundar pe seama pentlanditului. În filoanele hidrotermale tipice este prezent alături de mineralele de Co şi Ni, reprezentate prin sulfuri sau arseniuri. În aceste cazuri se recunoaşte prin agregatele radiare, în parageneză cu linneitul, gersdorfitul, galena, fluorina, calcitul, cuarţul etc.

În România a fost semnalat în serpentinele de la Vîrghiş. Se găseşte în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov, în R. D. Germană la Johanngeorgenstadt, în Anglia în comitatul Cornwall, în S.U.A. în statele Pennsylvania, Missouri, Iowa, Wisconsin, în Canada la Quebec şi Sudbury (Ontario), în U.R.S.S. în regiunea Berezovsk (M. Ural).

PENTLANDIT $(Fe, Ni)_9S_8$

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10{,}04$ Å, cînd conţine $Fe_{24}Ni_{12}S_{32}$ şi $a_0=9{,}91$ Å pentru $Fe_{18}Ni_{18}S_{32}$. $Z=4$.

Habitus: răspîndit sub formă de granule şi impregnaţii neregulate în pirotina din zăcămintele magmatice: *Clivaj*: absent sau slab distinct după (111). *Spărtură*: concoidală. $H=3^1/_2-4$. $G=4{,}6-5{,}0$. Calculată pe Fe : Ni$=$ $=1:1$ cu $a_0=9{,}91$ este 4,956, pentru Fe : Ni$=2:1$ cu $a_0=10{,}09$ este 5,185. *Luciu*: metalic. *Culoare*: galben de bronz, ceva mai deschis decît culoarea pirotinei. *Urmă*: neagră-verzuie. Nu prezintă proprietăţi magnetice şi este bun conducător de electricitate.

Proprietăţi optice. În lumină reflectată culoarea este crem-deschis luminoasă. *R* în aer pentru verde, oranj şi roşu 51%, iar în imersie pentru verde 41%, oranj 47%, roşu 43%. Este izotrop; suprafaţa sa nu se întunecă însă complet niciodată.

Ocurenţă. Este întîlnit permanent în asociaţie cu pirotina şi calcopirita, dar de regulă în zăcămintele de sulfuri legate genetic de rocile eruptive bazice şi ultrabazice (gabbrouri, norite, peridotite). În acest ultim tip genetic în asociaţie se mai semnalează şi minerale ca: magnetit şi minerale de platină, sperrylit, platină palladiferă, cooperit, braggit etc. În zonele de oxidare, pe seama pentlanditului se formează $NiSO_4 \cdot 7\,H_2O$ (morenosit), uşor solubil în apă; acesta se depune pe crăpături sub formă de stalactite, cruste cristaline de culoare verde-închis. În procesele de alterare incipientă putem menţiona apariţia bravoitului sau a violaritului.

În România apare în unele roci ultrabazice din cristalinul Carpaţilor Meridionali (la Holbav în Munţii Făgăraş, Sebeş, Lotru, Cibin, la Tişoviţa, Eibenthal, Plavişeviţa, Poiana Mărului) şi în unele roci bazice şi ultrabazice mezozoice din Carpaţii Orientali şi Munţii Apuseni, în diverse stadii de serpentinizare (la Vîrghiş, Ciungani).

Pentlanditul este cunoscut în mari zăcăminte nichelifere în Canada la Sudbury, în R.F. Germania în Munţii Pădurea Neagră, la Obersten Spree şi Horbach, în Norvegia la Espedalen şi Eiterfjord, în Finlanda la Nivala, în U.R.S.S. în Peninsula Kola, în Africa de Sud la Buschveld.

CUBANIT $CuFe_2S_3$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,5822 : 1 : 0,5611.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=6,46; b_0=11,112; c_0=6,23Å; conține $Cu_4Fe_8S_{12} \cdot Z=4$.

Habitus: cristalele sînt tabulare (001); formele cristaline apar striate paralel cu axul c. Forme caracteristice: e (102), h (032), f (102), d (201), t (112), s (221). *Macle*: plan de maclă (110), rar după fața (1$\bar{3}$0). *Clivaj*: absent sau slab distinct (110) și (1$\bar{3}$0). *Spărtură*: concoidală. $H=3^1/_2-4$. G=4,03–4,18. *Culoare*: galben de bronz, asemănătoare cu a pirotinei. Puternic magnetic după direcția axei c.

Chalmersitul de la Morro-Velho (Brazilia) este același mineral, deosebindu-se doar prin aspectul său acicular de cubanit pentru care este caracteristic habitusul lamelar.

Proprietăți optice. În lumină reflectată prezintă culoare de bronz cu o nuanță albă. R în aer pentru verde 41%, oranj 41%, roșu 39%, iar în imersie pentru verde 32,5%, oranj 28,5%, roșu 32%. Bireflexia este slabă, anizotropia puternică; în imersie se observă mai slab decît la pirotină.

Ocurență. Se găsește în zăcăminte filoniene hidrotermale și în mineralizațiile legate de skarne, fiind considerat caracteristic pentru temperaturi ridicate de formare.

În România se întîlnește în fundamentul cristalin, în roci ultrabazice (Munții Sebeș, Ogradena, Tișovița, Eibenthal), în filoane hidrotermale vechi metamorfozate (Lipova), în mineralizații din provincia banatitică (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Tincova) sau legat de magmatismul neogen (Baia Mare).

Se semnalează în zăcămîntul Morro-Velho (Brazilia), la Sudbury (Canada), în districtul Elmar (Alaska), la Otjosongati (Namibia), la Kaveltrop, Tunaberg (Suedia) și la Barracanao (Cuba).

STERNBERGIT $AgFe_2S_3$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,5679 : 1 : 1,088.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=6,62; b_0=11,66; c_0=12,70 Å; conține $Ag_8 Fe_{16}S_{24}$. Z=8.

Habitus: cristale tabulare (001) pseudohexagonale, cu striațiuni pe fețele (001), paralele cu (100) și mai rar paralele cu (010). Forme caracteristice: c (001), b (010), a (100), e (011), d (102), t (111). Mase rotunjite sau în agregate lamelare. *Macle:* după (130). *Clivaj:* (001) perfect. Lamelele sînt flexibile. $H=1-1\,^1/_2$. G=4,101–4,215. *Luciu:* metalic, strălucitor. *Culoare:* brun cu reflexe albăstrui. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. Capacitatea de reflexie este asemănătoare cu a pirotinei, la fel și culoarea. Bireflexia este însă mai puternică decît a pirotinei. Efectele de anizotropie sînt foarte clare, prezintă culori strălucitoare în poziția de iluminare maximă.

Ocurență. În filoane hidrotermale se întîlnește destul de rar în natură. Apare în România la Ruda Barza, asociat cu pirargirit și stefanit; în R. S. Ce-

hoslovacă la Ioachimov şi Příbram, asociat cu stefanitul, argentitul, cobaltina, pirita, calcopirita; în R. D. Germană la Johanngeorgenstadt şi Schneeberg; în Mexic şi Peru.

ARGENTOPIRITĂ $AgFe_3S_4$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Habitus: cristale mici cu aspecte hexagonale. *Culoare:* alb de staniu sau gri de oţel şi chiar galben-brun. *Clivaj:* absent. $H=3\ ^1/_2-4$. $G=6{,}47$. *Luciu:* metalic.

Ocurenţă. În România la Ruda Barza asociat cu aur şi sulfuri. În filoane hidrotermale la Ioachimov (R. S. Cehoslovacă).

ARGIROPIRITĂ $Ag_3Fe_7S_{11}$

Este un mineral intermediar între sternbergit şi argentopirită (ele formează adesea o întrepătrundere lamelară cu aspect pseudohexagonal). *Clivaj:* ||(001). $H=1\ ^1/_2-2$. $G=4{,}206$. *Culoare:* galben de bronz.

Ocurenţă. În România la Ruda Barza asociat cu calcopirită, blendă, galenă. În R. D. Germană la Freiberg.

FRIESEIT $Ag_2Fe_5S_8$

Este un mineral foarte apropiat de sternbergit din punctul de vedere al chimismului. Se prezintă sub formă de cristale lamelare rombice, pseudohexagonale, care se descompun în sternbergit şi pirită.

Ocurenţă. În România apare la Ruda Barza, în filoane hidrotermale aurifere. Descris la Ioachimov (R. S. Cehoslovacă).

F. Grupa covelinei

COVELINĂ CuS

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : c=1 : 4,305.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3{,}802$; $c_0=16{,}36$ Å; conţine Cu_6S_6. Z=6.

Habitus: cristale idiomorfe rare şi cu forma unor lamele mici, subţiri, plate (0001), piramidale, cu striaţiuni orizontale, mase sferoidale. Forme comune: k $(1.0.\bar{1}.16)$, q $(1.0.\bar{1}.12)$, s $(10\bar{1}8)$, t $(10\bar{1}6)$. *Clivaj:* (0001) perfect. Casant. În lamele subţiri, flexibil. $H=1\ ^1/_2-2$. $G=4{,}6-4{,}76$. *Luciu:* semimetalic, răşinos, uşor perlat pe suprafeţele de clivaj. *Culoare:* albastru-indigo. *Urmă:* cenuşie pînă la neagră.

Proprietăţi optice. Culoarea este albastră cu nuanţe variabile, datorită bireflexiei evidente (în secţiunile bazale bireflexia nu se observă). În aer, $R\varepsilon$ pentru verde 18,5%, oranj 15%, roşu 10%; $R\omega$ pentru verde 27%, oranj 24%, roşu 22%; în imersie, $R\varepsilon$ pentru verde 3%, oranj 4%, roşu 10%,

iar $R\omega$ pentru verde 14%, oranj 10%, roşu 9%. Anizotropie puternică, cu culori care variază de la oranj la brun de cupru.

Chimism și structură. Structura cristalină este reprezentată printr-o rețea hexagonală stratificată. Prin studii röntgenometrice s-a demonstrat existența a două feluri de ioni: de sulf, ioni izolați S^{2-} și ioni dubli de S_2^{2-}. Acești ioni complecși, compuși din doi ioni strîns legați, asemănător poziției pe care o ocupă ionii în structura cristalină a piritei, au aceeași distanță S—S, egală cu 2,05 Å; ionii cuprului sînt și ei de două feluri Cu^+ și Cu^{2+}. Fiecare ion bivalent de cupru este înconjurat de trei ioni izolați S^{2-}, în formă de triunghi echilateral. Triadele unite prin vîrfuri compun strate în structura cristalină a covelinei, orientate perpendicular pe axul A^6. Între aceste strate se așază două strate de tetraedri cu ioni monovalenți Cu^+ în centru. Bazele tetraedrilor, situate față în față, sînt unite prin ionii dubli S_2^{2-} orientați vertical, iar vîrfurile tetraedrilor, opuse lor, sînt ocupate de ionii izolați S^{2-}, care sînt comuni stratului triunghiurilor cît și vîrfurilor următorului strat de tetraedri. Astfel, în structura covelinei există o combinație a elementelor structurale ale ambelor modificații ale carbonului (diamantului și grafitului). Calculul compoziției ionice a acestei structuri cristaline conduce la formula covelinei sub forma $Cu_2S \cdot CuS$. De aceste particularități ale structurii sînt legate: forma, clivajul, proprietățile optice ale mineralului, capacitatea de sublimare parțială a sulfului prin încălzire.

Ocurență. Se întîlnește de obicei în cantități neînsemnate, fiind însă unul din cele mai caracteristice minerale exogene ale zonei de îmbogățire secundară în sulfuri a zăcămintelor de cupru. Se formează de regulă prin substituția sulfurilor primare și secundare de cupru: calcopirită, bornit, calcozină etc. Mai sînt cunoscute depunerile independente, de-a lungul fisurilor, în formații colomorfe sau mase pămîntoase. Se cunoaște și covelină de origină hidrotermală care apare foarte rar în asociație cu pirita. În lavele Vezuviului a fost semnalată ca produs fumarolian.

În România este întîlnită ca mineral supergen (zona de cimentație) în zăcămintele cuprifere legate de fundamentul cristalin (Băile Borșa, Crucea, Bălan, Muncelu Mic), de serpentinitele paleozoice (Rășinari), de magmatismul mezozoic (Gemenea, Munții Mehedinți, Pătîrș — jud. Arad, Somova, Mircea Vodă, Altîn Tepe), de cel banatitic (Oravița, Ciclova Română, Sasca Montană) sau de cel neogen (Ilba, Băița, Nistru, Baia Sprie, Cavnic, Băile Borșa, Țibleș, Rodna, Deva, Hondol, Bucium, Mușca).

Acumulări importante apar în R. D. Germană la Sangerhausen, în R. S. F. Iugoslavia la Bor și Maidanpek, în Austria la Salzburg, în S.U.A. la Butte (statul Montana) și Summitvill (statul Colorado).

KLOCKMANNIT CuSe

Sistemul de cristalizare: hexagonal (?)

Relația axială: a : c=1 : 4,382.

Habitus: granular sau cristale tabulare. *Clivaj:* (0001), aproape perfect. *H*=3. *G* mai mare de 5. *Culoare:* cenușiu, negru-albăstrui.

Proprietăți optice. În secțiuni lustruite este ușor anizotrop, bireflexie caracteristică, brun-gri (ε), gri-alb (ω). $R\varepsilon$ pentru verde 18,5%, oranj 15%, roșu 10%; $R\omega$ pentru verde 30,5%, oranj 25%, roșu 24%.

Ocurență. Se găsește în filoane hidrotermale la Sierra de Umango și Cacheuta (Argentina), la Lerbach (Munții Harz) și la Skrikerum (Suedia), asociat umangitului, clausthalitului, eucairitului și chalcomenitului; în parageneză cu pehblenda în Canada.

CINABRU HgS

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 2.

Relația axială: a : c=1 : 2,2905.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,150$; $c_0=9,500$ Å; conține Hg_3S_3. Z=3.

Habitus: de regulă sub formă de cristale mici, mai rar în plăci groase după (0001) sau cristale romboedrice bine dezvoltate cu r $(10\bar{1}1)$, —r $(01\bar{1}1)$, i (2025), m $(10\bar{1}0)$ etc. Frecvent sînt întîlnite și granule diseminate, mase compacte sau eflorescențe și pojghițe pulverulente. *Macle:* plan de maclă (0001), axul de maclă [0001]. *Clivaj:* $(10\bar{1}0)$ perfect. *Spărtură:* subconcoidală. $H=2-2\,^1/_2$. $G=8,090$. *Luciu:* adamantin spre luciu metalic. *Culoare:* roșu, uneori cu reflexe cenușii de plumb. *Urmă:* roșie. Nu este bun conducător de electricitate (prin aceasta se deosebește de metacinnabarit).

Proprietăți optice. În secțiune lustruită culoarea este cenușiu-deschis — albă, mai închisă decît a galenei. *R* în aer pentru verde 30%, oranj 25,5%, roșu 26%; în imersie pentru verde 13%, oranj 10,5%, roșu 10,5%. În secțiuni subțiri pentru $\lambda=598,5$ mμ: $\varepsilon=2,905$, $\omega=3,256$; pentru $\lambda=612,7$ mμ: $\varepsilon=2,876$, $\omega=3,224$; pentru $\lambda=762,0$ mμ: $\varepsilon=2,756$, $\omega=3,065$. Uniax pozitiv, birefringența și dispersia ridicate; $\Delta=0,359$ (în Na).

Chimism și structură. Structura cristalină este hexagonală. Poate fi considerată ca o structură deformată a NaCl, cu numărul de coordonare 6, atît pentru mercur cît și pentru sulf (analiza arată Hg=86,2%, S=13,8%).

Ocurență. Acumulările de cinabru sînt exclusiv de origine hidrotermală, formate la temperaturi joase; sînt cunoscute însă și mici depuneri de cinabru din soluțiile alcaline fierbinți, care ajung la suprafața pămîntului (izvoare). Asociate cu cinabrul apar frecvent cristale de stibină, pirită, mispichel, realgar, uneori blendă, calcopirită, cuarț, calcit, fluorină, baritină. În zonele de oxidare ale zăcămintelor de cinabru se întîlnesc ca minerale secundare, metacinabaritul, sub formă de pojghițe negre, mercur nativ, cloruri de mercur. În general, cinabrul în mediul bogat în oxigen, spre deosebire de multe alte sulfuri, se comportă destul de stabil, astfel explicîndu-se prezența sa în aluviuni.

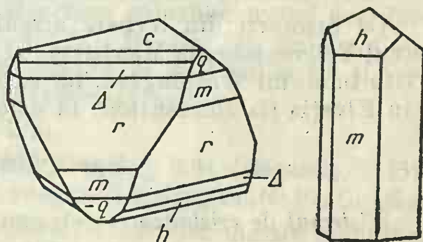


Fig. 21. Cristale de cinabru.

În România cinabrul apare ca produs epi- sau teletermal al vulcanismului neogen, la Ilba, Baia Sprie, Băiuț în Munții Căliman la Mădăraș, Sîntimbru-Băi, Ruda Barza, Izvorul Ampoiului, Vîltori.

Din soluții alcaline fierbinți se formează la Steamboat (Nevada), la Sulfur Bank, la New Almadia și New Idria (California, S.U.A.); în U.R.S.S. apare la Nichitovsk (Ucraina), în Munții Altai și în depresiunea Fergana în Asia Centrală Sovietică; în Spania la Almaden; în R. S. F. Iugoslavia la

Idria ca impregnaţii în şisturi bituminoase şi dolomite; în Italia la Monte Amiato Abbadia; în Mexic la Palomas; în provincia Hunan în R. P. Chineză.

REALGAR AsS

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,6879 : 1 : 0,4858; β=106°32′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,29; b_0=13,53; c_0=6,57 Å; conţine $As_{16}S_{16}$. Z=16.

Habitus: cristale prismatice şi striaţiuni după [001]. Combinaţiile de forme cele mai frecvente: c (001), b (010), m (110), i (210), n (011), d (111). Agregate granulare, compacte, uneori sub formă de eflorescenţe, cruste sau mase. *Clivaj:* (010) bun, (100), (120) slab. *Macle:* plan de maclă. *Spărtură:* concoidală. *Luciu:* răşinos sau gros în spărtură, adamantin pe feţele de cristal. *Culoare:* roşu-portocaliu-deschis. *H*=1 ½—2. *G*=3,56—3,477.

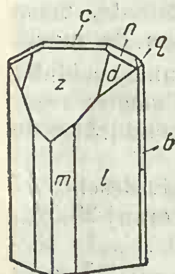


Fig. 22. Cristal de realgar.

Proprietăţi optice. Transparent, α=2,486, β=2,684, γ==2,707 (λ=590); pleocroic, α=slab colorat, β=γ=auriu-gălbui; $\alpha \wedge c$=—11°; $2V_\alpha$=40°34′. În lumină reflectată culoarea este cenuşiu-albicioasă, *R* în aer pentru verde 20,5%, oranj 26%, roşu 26,5%; în imersie pentru verde 9,5%, oranj 7,5%, roşu 6%. Anizotropie puternică, mascată deseori de reflexele interne.

Ocurenţă. Este legat paragenetic de auripigment, în zăcăminte hidrotermale formate la temperaturi relativ scăzute. În mici cantităţi prin sublimare a fost identificat pe pereţii craterelor vulcanilor şi în cavităţile lavelor poroase, împreună cu sulf nativ, cloruri etc. Ca mineral exogen apare întîmplător în cantităţi mici ca eflorescenţe sau mase pămîntoase în zăcăminte de huilă şi de limonit, unde s-a format probabil sub acţiunea H_2S produs în timpul descompunerii materiei organice din soluţiile care conţin As.

În România apare ca mineral hidrotermal legat de magmatismul banatitic (Moldova Nouă), şi neogen (Baia Sprie, Cavnic, Băiuţ, Băile Borşa, Săcărîmb, Hondol, Zlatna) sau de izvoare termale actuale (Sărişor, Covasna).

Ca depuneri din izvoare arsenifere termale este întîlnit în S.U.A., în parcul Yellowstone, la Manhattan şi mina Getchell în Nevada, la mina Monte Cristo în statul Washington, iar ca mineral hidrotermal la Allchar în Grecia şi în Elveţia (la Binnenthal) în dolomite.

COOPERIT PtS

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : c=1 : 1,758.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,48; c_0=6,11 Å; conţine Pt_2S_2. Z=2.

Habitus: granule neregulate, alungite după [101]. *Clivaj:* (011). *Spărtură:* concoidală. *H*=4—5. *G*=9,5. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu-strălucitor.

Ocurență. Apare în zăcăminte lichid-magmatice, în norite la Bushveld, Transvaal (Africa de Sud), asociat sperrylitului, platinei native, braggitului şi lauritului.

EMPRESSIT AgTe

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m m m.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13,49$; $c_0=8,48$ Å. Z=7.
Habitus. În general masiv granular. *Spărtură:* concoidală, $H=3-3\,^1/_2$, $G=7,510$. Colorat în bronz-pal, cu urmă gri-negricioasă şi neagră.
Chimism. Analiza chimică a eşantioanelor de la Săcărîmb (România) indică Ag — 77,5%, Te — 22,5%.
Ocurență. În România apare în filoane polimetalice şi auroargentifere asociate magmatismului banatitic (Băiţa — Bihor) şi neogen (Săcărîmb, Zlatna).
A fost descris alături de galenă, telur nativ etc. la Empress Josephine, statul Colorado (S.U.A.).

MUTHMANNIT (Ag,Au)Te

Habitus: apare în cristale tabulare, iar clivajul este vizibil după direcţia de alungire. $H=2\,^1/_2$. $G=5,598$. *Culoarea:* este uşor gălbui sau, pe spărtură proaspătă, alb-cenuşiu.
Chimism. Este o telurură de aur şi argint, în care raportul Ag : Au= =1 : 1 sau 2 : 1. Analiza chimică: Au — 22,90%, Ag — 26,30%, Te — 46,44%, Pb — 2,58% — Săcărîmb (România).
Ocurență. În R. S. România este intim asociat cu krenneritul şi alte telururi. La Săcărîmb apare în mineralizaţii asociate magmatismului neogen.

7. TIPUL A_3X_4

SERIA LINNEITULUI $(Co, Ni)_2(Co, Ni, Fe, Cu)S_4$

Ca termeni ai acestei serii sînt incluşi *linneitul, siegenitul, carrolitul, violaritul* şi *polidimitul.* Ca reţea de bază au structura spinelilor avînd deci formula generală de forma A_2BX_4, unde A=Co, Ni, B=Co, Ni, Fe, Cu. Conform reţelei, termenii seriei linneitului cristalizează în sistemul cubic şi formează de regulă cristale octaedrice asemănătoare spinelilor.
Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,398$ (linneit), 9,41 (siegenit), 9,458 (carrolit), 9,40 (violarit), 9,405 Å (polidimit); conţine $(Co,Ni)_{16}(Co,Ni,Fe,Cu)_8S_{32}$.
Habitus: Domină cristalele octaedrice şi sînt frecvente masele granulare compacte. *Macle:* (111). *Clivaj:* (001) imperfect. *Spărtură:* subconcoidală. $H=4\,^1/_2-5\,^1/_2$. *G* — calculată teoretic este 4,5—4,8; pe termeni este 4,85 (linneitul), 4,83 (siegenitul, polidimitul, carrolitul), 4,79 (violaritul). *Luciu:* metalic. *Culoare:* pe suprafeţe proaspete, roşu de cupru, cenuşiu-violet. Aspecte caracteristice: cenuşiu-strălucitor, cenuşiu-violet (violaritul).
Proprietăţi optice. Izotropi.

Valorile puterii de reflexie la mineralele din seria linneitului

	Linneit	Carrolit	Polidimit
λ verde	46,5%	45%	45%
λ oranj	44%	44%	44,5%
λ roșu	46%	43%	49%

Ocurență. Termenii seriei apar de regulă asociați cu alte sulfuri de Cu, Ni și Fe. Deseori se întîlnesc întovărășind calcopirita, pirotina, pirita, milleritul, gersdorfitul, ullmannitul etc. în filoane hidrotermale. Aceste minerale sînt citate la Müsen, Eisenfeld și Gyünau în Westfalia (R. F. Germania), la Bastnäs și Loos (Suedia), în provincia Shaba (Zair), în mina La Motte în statul Missouri (S.U.A.), la Sudbury (Canada).

BADENIT $(Co, Ni, Fe)_3 (As, Bi)_4$

Determinat de P. P o n i la Universitatea din Iași în 1900.

Mase: granulare fibroase. *G*=7,104. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-deschis; se închide la culoare în contact cu aerul.

Analizele chimice indică formula: $(Co, Ni, Fe)_3(As, Bi)_4$.

Ocurență. Este identificat în asociație cu annabergit, malachit și siderit. Ca impregnații apare în șisturi cristaline, în mineralizațiile cobaltifere de la Bădeni. După N. P e t r u l i a n, badenitul ar fi o asociație de mai multe minerale: saflorit, smaltină, bismut etc.

8. TIPUL A_2X_3

A. Grupa auripigmentului

AURIPIGMENT As_2S_3

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m pseudorombic.

Relația axială: a : b : c=1,1924 : 1 : 0,4433; β=90°41′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=11,49; b_0=9,59; c_0=4,25 Å; conține As_8S_{12}. Z=4.

Habitus: forme prismatice (001) și pseudorombice. Uneori sînt caracteristice agregatele baccilare, reniforme, sferice, cu structură radiară. Forme caracteristice:

(010) ∧ (110)=39°56′ (100) ∧ (101)=69°18′

(100) ∧ (001)=89°33′ (010) ∧ ($\bar{3}$11)=73°27′.

Apare și sub formă de mase compacte, cristale aciculare dispuse radiar, agregate fibroase sau diseminate în masa de cuarț. *Clivaj:* (010) perfect și (100) distinct. Foițele de clivaj sînt flexibile, dar nu elastice. *H*=1 ½–2.

$G=3,48$. *Luciu:* perlat pe suprafețele de clivaj; în funcție de direcție este adamantin sau semimetalic. Rău conducător de electricitate. *Culoare:* galben de lămîie, uneori cu nuanțe brune; masele criptocristaline care conțin pirită sub formă dispersă au o culoare galben-murdar cu nuanțe verzui. *Urmă:* aceeași culoare, dar cu nuanțe mai vii.

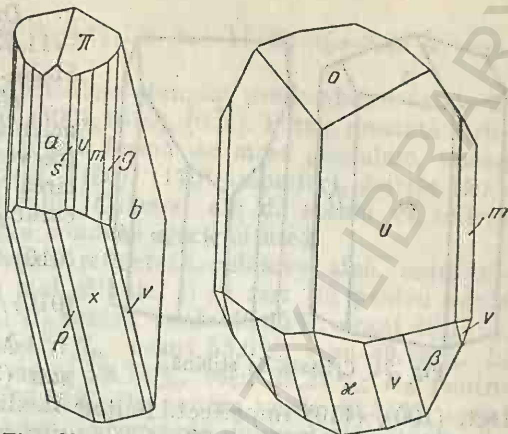


Fig. 23. Cristal de auripigment: a(100); b(010); g(230); m(110); U(210); s(310); e(101); o(301); p(300); π(612); v(331); x(311); β(12.9.4.).

Proprietăți optice: în foițe subțiri este transparent; $\alpha=2,4$, $\beta=2,81$, $\gamma=3,02$; $\Delta=0,62$; $\gamma \wedge c = 1\,^1/_2{}^\circ - 3^\circ$; pleocroic: β=galben, γ=verde-gălbui; $2V_\alpha=76^\circ$. În lumină reflectată culoarea este cenușie-albă pînă la cenușie, depinzînd de direcție. *R* în aer pentru [100] pentru verde 32%, oranj 26%, roșu 26%, pentru [010] pentru verde 27%, oranj 18%, roșu 20%. În imersie pentru[100] pentru verde 13%, oranj 15%, roșu 14%, pentru [010] pentru verde 7%, oranj 7%, roșu 7%. Bireflexie puternică, reflexe interne de culoare galben de lămîie, care marchează anizotropia.

Ocurență. Este întîlnit în zăcăminte hidrotermale, asociat cu minerale formate la temperaturi relativ scăzute, ca realgar, stibină, marcasită, pirită, precum și cu cuarț, calcit și gips. Se depune și din ape fierbinți, împreună cu realgarul, opalul, aragonitul, sau prin sublimare pe pereții craterelor vulcanilor și în cavitățile lavelor poroase, asociat cu sulf nativ și cloruri.

Ca mineral exogen este întîlnit rar, în cantități mici, sub formă de eflorescențe și mase pămîntoase în zăcămintele de huilă și de limonit, format probabil sub acțiunea H_2S, produs în urma descompunerii materiei organice din soluțiile care conțin arsen.

În România apare în mineralizațiile polimetalice pirometasomatice-hidrotermale ale provinciei banatitice (Moldova Nouă, Sasca Montană, Băița — Bihor), în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (Baia Mare, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Săcărîmb, Zlatna), în iviri teletermale, în relație cu magmatismul local (Șărișor — jud. Suceava, Covasna).

Este întîlnit ca depunere din apele minerale de la Steamboat din Nevada, de la Mercur din statul Utah — S.U.A. În U.R.S.S. apare la Luhum în vestul Georgiei, la Djulfa în R. S. S. Armeană. În R. P. Chineză este întîlnit în provincia Yunnan, în Japonia la Shimotsuke, în R. F. Germania la Andreasberg.

B. Grupa stibinei

STIBINA Sb_2S_3

Sinonim: *antimonit.*

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,9926 : 1 : 0,3393.

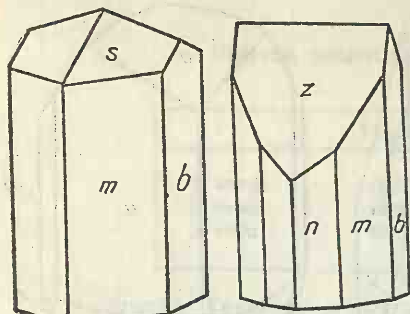


Fig. 24. Cristale de stibină.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 11,22$; $b_0 = 11,30$; $c_0 = 3,84$ Å; conţine Sb_8S_{12}. Z=4.

Habitus: cristalele sînt prismatice, aciculare, cu striaţiuni verticale. Foarte frecvent se observă rotirea şi chiar răsucirea cristalelor bine dezvoltate. Forme caracteristice şi unghiuri:

(010) ∧ (110)=45°12′ (010) ∧ (120)=26°44′

(010) ∧ (111)=72°12′ (110) ∧ (111)=64°17′

Macle: rare; plan de maclă (130) sau (310) sau (120). *Clivaj:* (010) perfect, (100), (110) imperfect. Foiţele flexibile dar nu elastice. *Spărtură:* subconcoidală. $H = 2$. $G = 4,60-4,7$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu de plumb, cenuşiu-strălucitor. *Urmă:* cenuşiu de plumb.

Proprietăţi optice. În infraroşu este transparentă. Pentru $\lambda = 760$, $\alpha = 3,194$, $\beta = 4,046$, $\gamma = 4,303$, $2V_\alpha = 25°45'$. În lumină reflectată: culoare albă, anizotropie puternică, deseori prezintă structuri zonare. $R\alpha$ pentru verde 38,6%, oranj 34,2%, roşu 32,0%; R_β pentru verde 30,5%, oranj 26,4%, roşu 24,9%; $R\gamma$ pentru verde 43,9%, oranj 37,8%, roşu 35,4%. Bireflexie vizibilă. Reflexe interne de culoare roşu-închis.

Chimism. Conţine uneori As, Ag şi Au.

Ocurenţă. În cea mai mare parte, stibina se întîlneşte în zăcăminte hidrotermale, formîndu-se la temperaturi foarte joase şi constituind împreună cu cuarţul filoane şi concentraţii stratiforme independente. În asociaţie cu stibina se întîlneşte deseori cinabrul, fluorina, cuarţul, calcitul, caolinitul, baritina etc. Uneori apare ca produs de sublimare, în cantităţi mici. În zona de oxidare se descompune relativ uşor trecînd în diferiţi oxizi de stibiu de culoare galbenă, uneori brună (valentinit, senarmontit etc.).

În România se întîlneşte în mod excepţional în mineralizaţii legate de şisturile cristaline (Someşu Cald, Someşu Rece); rareori în mineralizaţii pirometasomatice în legătură cu magmatismul banatitic (Oraviţa, Ciclova Română, Dognecea, Băişoara). Majoritatea covîrşitoare a ocurenţelor o constituie filoanele hidrotermale aurifere sau polimetalice, asociate magmatismului neogen (Ilba, Săsar, Herja, Baia Sprie, Cavnic, Băiuţ, Băile Borşa, Săcărîmb, Hondol, Ruda Barza, Zlatna, Almaşu Mare). Eşantioanele de stibină din zona Baia Mare, în special din zăcămintele Herja şi Baia Sprie, sînt celebre prin frumuseţea lor sau prin unele particularităţi cristalografice (prezenţa feţelor (30.1.0) şi (15.4.0) la cristalele de la Baia Sprie).

Acumulări importante se cunosc în U.R.S.S. la Rozdolinsc (în regiunea Krasnoiarsk), în Japonia la Itsinokava (insula Shikoku), în R. P. Chineză în Yunnan, în R. F. Germania la Wolfsburg şi la nord de Arnsberg; în R. D. Germană la Bräunsdorf lîngă Freiberg; în R. S. Cehoslovacă la Příbram. Importante zăcăminte se află în statele Idaho, Nevada, California (S.U.A.).

BISMUTINĂ Bi_2S_3

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relaţia axială: a : b : c=0,9862 : 1 : 0,3498.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11,15$; $b_0=11,29$; $c_0=3,98$ Å; conține Bi_8S_{12}. Z=4.

Habitus: ca și la stibină cristale aciculare alungite predominînd fețele de prismă (110), (120), (130) și pinacoid (100), (010), (001). Fețele prezintă striațiuni fine verticale. Este răspîndit și sub formă de mase granulare, uneori agregate radiare. *Clivaj:* (010) perfect, (100), (110) imperfect, foițele flexibile. *H*=2. *G*=6,8–7,2. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu cu reflexe cenușii de plumb. *Urmă:* cenușie. Nu conduce electricitatea.

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată, culoarea albă, asemănătoare cu a galenei, prezintă o tentă mai gălbuie. *R* în aer: $R\alpha$ pentru verde 41,46%, oranj 40,86%, roșu 39,60%; R_β pentru verde 48,45%, oranj 48,17%, roșu 40,86%, $R\gamma$ pentru verde 54,51%, oranj 53,0%, roșu 49,18%. În imersie: $R\alpha$ pentru verde 29,67%, oranj 28,74%, roșu 28,24%; R_β pentru verde 39,87%, oranj 37,89%, roșu 35,55%; $R\gamma$ pentru verde 42,53%, oranj 38,53%, roșu 36,81%; bireflexia slabă, anizotropia puternică mai ales în imersie. Prezintă extincție dreaptă.

Ocurență. Este întîlnită exclusiv în zăcăminte hidrotermale (filoniene și metasomatice de contact), în condiții diferite de ale stibinei. Apare în zăcăminte de staniu, wolfram, arsen, deseori asociată cu bismutul nativ, mispichelul, calcopirita, uneori cu aurul nativ, pirita, galena și multe alte sulfuri. Rar formează zăcăminte de sine stătătoare. În zona de oxidare se descompune ușor. Carbonații formează deseori pseudomorfoze după bismutină.

În România este prezentă în zăcăminte de sulfuri din șisturi cristaline cu totul excepțional (Crucea, Bahna), mai frecvent în zăcăminte pirometasomatice sau hipotermale legate de provincia banatitică (Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Băița – Bihor), în filoane hidrotermale neogene (Hondol, Zlatna).

În R. D. Germană apare la Schneeberg și Altenberg, în Suedia la Bastnaes, în Anglia în comitatele Cornwall, Devonshire și Cumberland, în Bolivia la San Baldamero și Huanina, în S.U.A. la Haddam (Delaware), în statele Pennsylvania și Montana.

GUANAJUATIT $Bi_2(Se)_3$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Habitus: cristale aciculare asemănătoare stibinei; forme și unghiuri $(110)\wedge(1\bar{1}0)$ aproape 90°; frecvent ca mase compacte, granulare sau cu texturi fibroase. *Clivaj:* (010) distinct, (001) imperfect. $H=2\,^1/_2-3\,^1/_2$. $G=6,25-6,98$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu. *Urmă:* cenușie.

Proprietăți optice. Opac, colorat în alb, anizotrop, puternic pleocroic.

Ocurență. În asociație cu bismut nativ, bismutină, pirită etc. se găsește în Mexic la Santa Caterina, Sierra de Santa Rosa, la nord de Guanojuato. În Munții Harz, la Andreasberg, este asociat cu clausthalit și alte seleniuri.

KERMESIT Sb_2S_2O

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,339 : 1 : 1,265; β=101°45′.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10,97$; $b_0=8,19$; $c_0=10,36$ Å; conține $Sb_{16}S_{16}O_8$. Z=8.

Habitus: cristale plate (001) sau alungite ||[010]. Agregate radiare. *Clivaj:* (001) perfect, (100) slab. $H=1-1\ ^1/_2$. $G=4{,}68-4{,}69$. *Luciu:* adamantin, semimetalic. *Culoare:* roșu. *Urmă:* roșie-brună.

Proprietăți optice. Translucid pozitiv, alungirea ||Z. $\alpha=2{,}72$. Birefringența uneori ridicată.

Ocurență. Apare asociat senarmontitului, valentinitului. În R. S. Cehoslovacă se întîlnește la Pernik, Bratislava, Přibram; apare la Bräunsdorf lîngă Freiberg (R. D. Germană), la Sarrabus în Sardinia, la Djebel Haminate în Algeria, la Chalanches în Franța, la Mojave (California).

9. TIPUL AX_2

Mineralele care se încadrează în tipul AX_2 au ca elemente principale pentru A=Fe, Co, Ni, Pt, iar pentru $X_2=S_2$, As_2, As-S (în unele cazuri Sb-S). Putem considera ca grupe caracteristice, *grupa piritei*, constituită din sulfuri, *grupa löllingitului* din arseniuri și *grupa mispichelului* și a *cobaltinei* cu arsenosulfuri. Marcasita deși sulfură de fier are o poziție specială datorită sistemului său de cristalizare rombic. Cu structuri similare apar și cele două grupe a *molibdenitului* și a *krenneritului,* fapt care impune tratarea lor în acest tip de minerale.

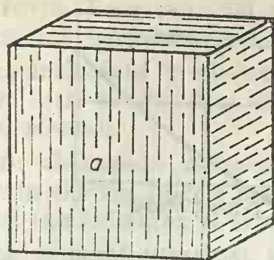
A. Grupa piritei

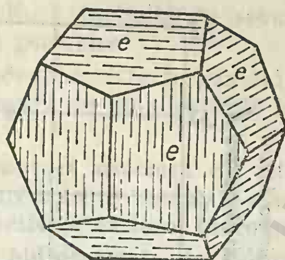
PIRITĂ FeS_2

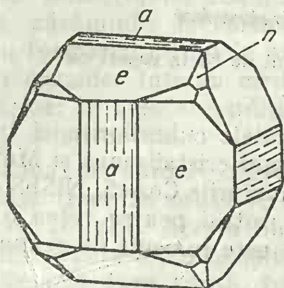
Sistemul de cristalizare: cubic, $2/m\ \bar{3}$.

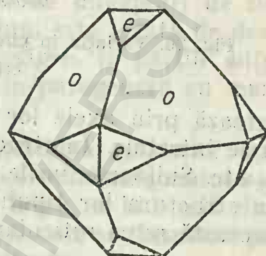
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}42$ Å; conține Fe_4S_8. $Z=4$.

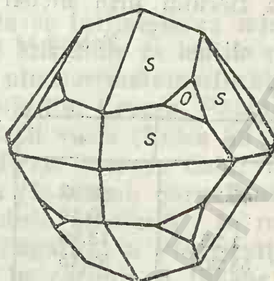
Habitus: este foarte răspîndită sub formă de cristale, idiomorfe, ca forme foarte frecvente apărînd cubul (100), piritoedrul (210), octaedrul (111), diploedrul (213). Dimensiunile cristalelor sînt variate, putînd atinge în diametru valori centimetrice. Sînt caracteristice striațiile fețelor, care sînt paralele cu muchiile [100], [210]; aceste striații sînt în legătură cu structura cristalină a piritei și sînt orientate totdeauna perpendicular pe fața vecină, elementele exterioare de simetrie corespunzînd în totul particularităților structurii. În numeroase roci și minereuri pirita apare sub formă de cristale mici sau granule rotunjite diseminate; de asemenea sînt foarte răspîndite agregatele compacte de pirită. În rocile sedimentare apar de regulă concrețiuni sferice de pirită, uneori cu structura radiară, alteori umplînd cavitățile cochiliilor. Pirita apare frecvent și în mase reniforme sau sub formă de ciorchini, în asociație cu alte sulfuri. *Macle:* ax de maclă [001] și plan de maclă (011), mai rar plan de maclă după (320). *Clivaj:* (001) slab, (011) și (111) slab și întrerupt. *Spărtură:* concoidală. $H=6-6\ ^1/_2$; variază în funcție de conținuturile în Ni și Co, care substituie fierul. *Culoare:* galben ca alama, frecvent prezentînd reflexe gălbui-brune sau irizații. Varietățile solzoase, fin dispersate, au culoarea neagră. *Urmă:* brună sau verzui-neagră. *Luciu:* puternic metalic. Slab conducătoare de electricitate; termoelectrică.











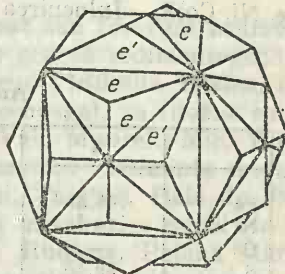


Fig. 25. Cristale de pirită.

Proprietăţi optice. În lumină reflectată este colorată în galben-deschis. Faţă de marcasită şi faţă de arsenopirită este mai galbenă, iar în raport cu sperylitul este mai puţin strălucitoare şi mai galbenă. *R* în aer, pentru verde 54%, oranj 53,5%, roşu 52,5%, iar în imersie pentru verde 46%, oranj 47%, roşu 46%. În general este izotropă; în anumite situaţii prezintă o slabă anizotropie.

Chimism şi structură. Structura piritei este o reţea cubică cu feţe centrate de tipul NaCl, în care ionii sulfului aranjaţi perechi sînt foarte apropiaţi între ei formînd grupa de anioni S_2^-. Distanţa între ionii de sulf, în aceste grupe, este egală cu 2,05 Å în loc de 3,5 Å valoarea dublă a razei ionice. Grupele

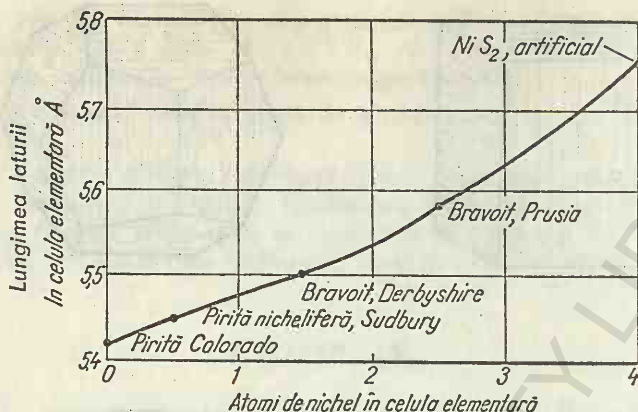


Fig. 26. Variaţia în pirită a conţinutului de Ni în raport cu celula elementară.

S_2^{2-} se orientează prin axele lor după diagonalele cuburilor mici în aşa fel încît ele nu se întretaie. În structura piritei mai cristalizează şi MnS_2, NiS_2, $PtAs_2$, RuS_2 etc. Sulfoarseniurile şi sulfoantimoniurile CoAsS, NiSbS etc., deşi aparţin prin structura lor tipului piritei, au totuşi pentru reţea o simetrie redusă. În această reţea reticulară grupul S_2^{2-} este înlocuit de grupele AsS^{2-}, SbS^{2-}.

Chimic este o bisulfură de fier în care Ni şi Co poate substitui fierul pînă la raporturi — Ni : Fe=1 : 1,84 şi Co : Fe=1 : 2,5. Într-o substituire mai accentuată a Fe compoziţia se extinde spre bravoit, unde raportul Fe : Ni=1 : 1. În structura piritei poate fi vorba astfel de o compoziţie de forma: (Fe, Ni, Co)S_2. Înlocuirea izomorfă a fierului prin nichel (fig. 26)

Tabelul 28

Analize chimice

	1	2	3	4
Fe	46,55	29,30	45,20	33,32
Ni	—	16,69	—	0,19
Co	—	urme	1,25	13,90
S	53,45	53,40	53,30	52,45
SiO_2	—	—	0,03	—
Total	100,00	99,39	99,78	99,86

1 — Pirită FeS_2; 2 — Derbyshire, mina Close, Marea Britanie; 3 — Franklin, S.U.A. (varietate cu cobalt); 4 — Gladhammar — Suedia (varietate cu cobalt);

se produce de regulă cu modificarea durităţii mineralului şi a culorii, care trece spre alb-argintiu sau cenuşiu.

Ca substituenţi ai Fe mai apare V, Cr, Tl, Mo etc. sau ca impurităţi mecanice determinate spectrografic, în urme.

Ocurență. Este cea mai frecventă sulfură întîlnită în scoarța terestră și se formează în cele mai variate condiții geologice:

— ca incluziuni în numeroase roci endogene; este în general un mineral epigenetic față de silicați și este deseori legată de manifestările hidrotermale care le-au afectat;

— în zăcăminte metasomatice de contact asociată cu alte sulfuri și magnetit în skarne; în cele mai multe cazuri această varietate conține cobalt; și în acest caz formarea ei este legată de activitatea fazei hidrotermale;

— ca mineral principal în filoanele hidrotermale de sulfuri, în parageneze foarte diferite; de cele mai multe ori aceste soluții pot, prin procese metasomatice, să conducă la apariția unor granule de pirită diseminate în rocile învecinate.

— în formațiunile sedimentare, de regulă în concrețiuni, în nisipuri argiloase, zăcăminte de cărbuni, acumulări de minereuri de fier, mangan, aluminiu; formarea piritei în aceste formațiuni este legată de descompunerea resturilor organice într-un mediu lipsit de oxigen, în părțile adînci ale bazinelor marine; în aceste condiții se găsește în parageneză cu marcasita, melnicovitul, sideritul etc.

În zona de oxidare pirita ca și majoritatea sulfurilor este instabilă; oxidîndu-se trece în sulfat feros, care în prezența oxigenului se transformă ușor în sulfat feric. Acesta hidrolizîndu-se trece în hidroxid de fier și acid sulfuric liber, care trece în soluție. Pe această cale se formează pseudomorfozele de limonit după pirită, frecvent întîlnite în natură.

Pirita însăși formează deseori pseudomorfoze după resturi organice (lemn și diferite resturi de organisme), iar în rocile endogene se întîlnesc pseudomorfoze de pirită după pirotină, magnetit, hematit și alte minerale care conțin fier.

Pirita se întîlnește ca mineral dispersat sau formînd acumulări. Apare în șisturi cristaline ca lentile și corpuri de geneză sedimentogenă sau hidrotermală, ulterior metamorfozate (Băile Borșa, Cîrlibaba, Rodna, Fundu Moldovei, Pojorîta, Crucea, Bălan, Măcin, Peceneaga), ca filoane sau lentile de mineralizații vechi (Valea lui Stan, Gura Văii, Muncelu Mic, Vețel, Lipova, Someșu Rece, Someșu Cald, Turcoaia), însoțind zăcăminte metamorfice de Fe și Mn (Iacobeni, Șaru Dornei, Broșteni, Tulgheș, Baia de Fier, Ghelar, Vadu Dobrii, Răzoare), în roci bazice și ultrabazice vechi (la Bădeni, în Masivul Făgăraș, la Plavișevița, Bozovici, Rudăria, Poiana Mărului). Este întîlnită în corpuri și filoane pirometasomatice și hidrotermale legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra, Ditrău, Jolotca, Borca, Tulgheș, Poiana Mărului, Almășel — jud. Hunedoara, Zam, Almaș-Săliște, Cerbia, Roșia Nouă, Săvîrșin, Căzănești, Ciungani, Vața de Jos, Vața de Sus, Somova, Cîrjelari, Cataloi, Altîn-Tepe), banatitic (Berzasca, Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Băița — Bihor, în masivele Vlădeasa și Budureasa) și neogen (Ilba, Nistru, Băița, Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Poiana Botizei, Țibleș, Băile Borșa, Rodna, în Munții Căliman, la Deva, Săcărîmb, Hondol, Crăciunești, Ruda-Barza, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Izvoru Ampoiului, Roșia Montană, Mușca, Baia de Arieș), precum și în concentrații localizate în roci sedimentare, fără legătură vizibilă cu corpuri magmatice (Tîrgu Ocna, Sărata, Monteoru, Borsec, Comănești, Petroșani).

Pe glob se cunosc foarte multe concentrații de pirită, dintre care menționăm pe cele din R. S. Cehoslovacă de la Smolnik și Přibram, din Spania de la Rio Tinto, din Italia de la Brosso și Traversella, din Franța de la Saint-Pierre de Mesage, din Suedia de la Falum, din Norvegia de la Rororös și Sör Tröndelag, din Mexic, Peru, Bolivia, Chile, Brazilia, S.U.A., U.R.S.S. etc.

BRAVOIT (Ni, Fe)S_2

Sistemul de cristalizare: cubic, 2/m $\bar{3}$.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,74 Å; valoarea descrește pe măsura creșterii conținutului fierului în rețea; conține $(Ni, Fe)_4S_8$. Z=4.

Habitus: mase nodulare, structuri radiar fibroase, cruse pe piritoedrii. *Clivaj:* (001). *Spărtură:* concoidală. *H*=5 ½–6; descrește pe măsură ce conținutul în Ni crește. *G*=4,62 pentru Fe : (Ni, Co)=1 : 1,53, 4,66 pentru Fe : Ni=1 : 1. *Luciu:* metalic.

Chimism. Reprezintă un termen intermediar în seria izomorfă FeS_2-NiS_2 (vaesit) stabil la temperaturi joase (sub 130°C) (Kullerud, 1961). Poate conține și mici cantități de CoS_2 (cattierit). Există o serie continuă: pirită-pirită nicheliferă-bravoit.

Ocurență. În România se găsește la Sasca Montană în zona de alterație supergenă a mineralizației cuprifere din skarne, asociat cu pirită, linneit, millerit, calcopirită, calcozină, calcit.

Mai apare în Anglia în mina Mill Close, în S.U.A., în Alaska, asociat cu calcopirită și pirotină, la Canyon Creek și Lower Copper River și în Spania în districtul Carmenes.

SPERRYLIT $PtAs_2$

Sistemul de cristalizare: cubic, 2/m $\bar{3}$.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,94 Å; conține Pt_4As_8. Z=4.

Habitus: cristale cubice a (001), cub-octaedrice. Forme principale: d (011), o (111), n (112), p (122) etc. *Macle:* apar foarte rar. *Clivaj:* (001) imperfect. *Spărtură:* concoidală. *H*=6–7. *G*=10,58. *Culoare:* alb de staniu. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. Opac, izotrop. *R* pentru verde 56,5%, oranj 55%, roșu 52,5%.

Chimism. Este o biarsenură de platină cu elemente de tipul Sb, Rh, Fe, Cu.

Ocurență. Este semnalat în zăcăminte de sulfuri de Cu și Ni legate genetic de rocile eruptive bazice, gabbrouri-norite, gabbrouri-diabaze, fiind asociat cu minerale din grupa platinei, pirotina, calcopirita, pentlanditul. A fost identificat în cristale mari pînă la 1,85 cm grosime în complexul de roci eruptive de la Bushveld. Este citat și în zăcăminte metasomatice în skarne la contactul rocilor bazice cu calcarele. În filoane de cuarț, de origină hidrotermală, apare în parageneză cu diferite sulfuri destul de rar. Este stabil din punct de vedere chimic, nu se descompune în zona de oxidare, iar după dezagregarea zăcămintelor este întîlnit în depozitele aluvionare, păstrîndu-și deseori forma inițială cristalografică.

În România a fost determinat la Holbav în roci ultrabazice nichelifere, asociat cu pirotină și calcopirită.

Tabelul 29

Analize chimice

	1	2	3
Pt	52,57	56,2	54,83
Pd	urme	—	nd
Rh	0,72	—	1,66
Cu	—	0,7	—
Fe	0,07	0,4	—
Sb	0,50	—	—
As	40,98	40,6	39,89
Rez.	4,62	1,3	2,90
Total	99,46	99,2	99,28

1 — Vermilion, Sudbury, (Canada); 2 — Amur, Siberia (U.R.S.S.); 3 — Tweefontain Potgietersrust (Africa de Sud).

În U.R.S.S. apare în aluviuni la Zeisc și Timpton, în Siberia orientală. A fost găsit în mina Vermilion — Sudbury din Canada, la Potgietersrust în districtul Waterberg și în complexul de roci eruptive de la Bushveld din Africa de Sud, apoi la Caler Fork și Mason Branch din statul Carolina de Nord (S.U.A.).

HAUERIT MnS_2

Sistemul de cristalizare: cubic, 2/m $\bar{3}$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,10$ Å; conține Mn_4S_8. Z=4.

Habitus: cristale comune octaedrice o (111), cub-octaedrice a (100), cristale granulare. *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* concoidală. *H*=4. *G*=3,444. *Luciu:* metalic-adamantin în alterările de suprafață. *Culoare:* roșu-brun, negru-brun.

Proprietăți optice. Izotrop, în lumină reflectată roșu, $n_{Li}=2,69$.

Ocurență. Se formează din soluții bogate în sulf, fiind de obicei asociat gipsului și sulfului. În România este întîlnit la Gurahonț (Moneasa); în R. S. Cehoslovacă la Kalinka, format din solfatare; în Italia în Sicilia la Raddusa la vest de Catania; în Noua Zeelandă la Collingwood; în S.U.A. la Big Hill și la High Island.

B. Grupa cobaltinei

COBALTINA CoAsS

Sistemul de cristalizare: cubic, T 2 3.

Dimensiunea celulei elementare: a=5,61 Å; conține $Co_4As_4S_4$. Z=4.

Habitus: cristale octaedrice, cubice, mai rar piritoedrice. Destul de frecvent sub formă de granule neregulate și în mase compacte. Forme caracte-

ristice: a (001), d (011), o (111), p (122) etc. *Macle:* rar după (011) şi (111). *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* neregulată. $H=5\ ^1/_2$. $G=6,33$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu, reflexe roz, cenuşiu de plumb, alb-violet sau cenuşiu-negru atunci cînd conţine mult Fe. *Urmă:* neagră-cenuşie. Mineral slab conducător de electricitate, termoelectric.

Proprietăţi optice. Culoarea în lumină reflectată este albă cu tente slab roz; cu timpul ea trece în roz. *R* în aer pentru verde 52%, oranj 52,5%, roşu 48%, iar în imersie pentru verde 37%, oranj 41,5%, roşu 40,5%. Bireflexia nu se observă în aer, în imersie remarcîndu-se îndeosebi la marginea granulelor. Anizotropia se vede atît în aer cît şi în imersie.

Chimism şi structură. Structura cobaltinei este similară cu cea a piritei, deosebindu-se de aceasta prin grupul de ioni care la pirită este reprezentat prin S_2^{2-}, iar la cobaltină prin AsS^{2-}; unul din ionii de sulf din grupul S-S este înlocuit prin As el devenind As-S sau în alte minerale Sb-S. Această substituire duce la eliminarea axei de ordinul trei, deci la o nouă simetrie a sistemului cubic. Celula elementară poate fi reprezentată cu următorul conţinut: $A_4(XY)_4$, unde A=Co, Ni şi uneori Fe, iar cel de al doilea grup pentru X=As, Sb, Bi şi pentru Y=S. Această deosebire impune în cazul acestor minerale apariţia unui clivaj perfect după (001). Analizele asupra cristalelor artificiale arată un conţinut maxim pentru Fe de 10%, iar pentru Ni pînă în 3,02%. Ca impurităţi sînt semnalate Cu, Pb, Sb etc.

Tabelul 30

Analize chimice

	1	2	3
Fe	—	4,11	4,55
Co	35,53	28,64	29,10
Ni	—	3,06	0,97
As	45,15	44,77	44,55
S	19,32	19,34	20,37
Total	100,00	99,92	99,54

1 — CoAsS; 2 — Columbus Claim, Cobalt, Canada; 3 — Hakansbö, Suedia.

Ocurenţă. Se întîlneşte în general în zăcăminte metasomatice de contact şi în filoane hidrotermale de temperatură ridicată. Este asociată de obicei cu sulfurile şi arseniurile de cobalt, fier, precum şi cu calcopirită, blendă, cuarţ, minerale caracteristice skarnelor. În zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri şi arsenuri de cobalt se formează prin alterare $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ (eritrina), evidentă prin culoarea sa roz şi aspectul pămîntos sau cristalin.

În România cobaltina apare în masivele cristaline, în serpentine cu cromit (Ogradena), în roci bazice vechi şi în formaţiuni hidrotermale vechi (Lipova); în formaţiunile de contact ale rocilor din provincia banatitică (Oraviţa, Ciclova Română), în mineralizaţiile hidrotermale legate de magmatismul neogen (Ilba).

Se găseşte în Suedia la Tunaberg şi Riddarhyttan, în Norvegia la Skutterud, în Anglia în Cornwall, în India la Rajputana, în U.R.S.S., în Transcaucazia în Azerbaidjan şi în Canada la Cobalt.

GERSDORFIT NiAsS

Sistemul de cristalizare: cubic, T 2 3.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,719 Å; conţine $(Ni, Fe)_4As_4S_4$ cu Ni : Fe=3 : 1.

Habitus: frecvente cristale cubice sau octaedrice. Formele cele mai obişnuite: c (001), d (011), o (111), e (102), m (113). Se mai prezintă sub formă de agregate granulare. *Macle:* rare după (111). *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* neregulată. *H*=5. *G*=5,6—6,2. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu, cenuşiu-strălucitor, negru-cenuşiu. *Urmă:* neagră-cenuşie.

Proprietăţi optice. Opac; izotrop; în lumină reflectată colorat în alb, puternic strălucitor, mai închis decît pirita bine lustruită; *R* în aer pentru verde 49,5%, oranj 42,5%, roşu 42%, iar în imersie pentru verde 38,5%, oranj 34%, roşu 33%.

Chimism şi structură. Are o structură asemănătoare piritei, cu aceleaşi particularităţi prezentate la cobaltină. Analizele arată prezenţa unor conţinuturi maxime în Fe de 16,64%, iar pentru Co proporţii maxime de 14,12%; uneori, poate fi prezent Sb pînă la 2%. Impurităţile de Cu sînt datorate concreşterilor cu calcopirita. Varietăţile cu Sb — numite corynit — pot indica Sb=13,45%, iar formula devine sub forma (Ni, Fe, Co) (As, Sb)S, termen intermediar al seriei gersdorfit-ulmannit.

Tabelul 31

Analize chimice

	1	2	3	4
Cu	—	4,20	1,10	—
Fe	—	5,71	8,89	1,98
Co	—	—	1,72	—
Ni	35,42	23,48	28,92	28,86
Sb	—	0,54	1,63	13,45
As	45,23	44,33	43,54	37,83
S	19,35	17,76	13,84	17,19
Rez.	—	3,98	—	—
Total	100,00	100,00	99,64	99,31

1 — NiAsS; 2 — Mina Crean Hill, Sudbury; 3 — Coburg, Dobschau (cu incluziuni de calcopirită); 4 — Corynite, Olsa (Carinthia — Austria).

Ocurenţă. Este întîlnit în general în zăcămintele hidrotermale şi apare asociat paragenetic cu sulfurile şi arseniurile de nichel: nichelină, millerit, cloantit, rammelsbergit, ullmannit. În zona de oxidare, pe seama acestor

minerale, se formează annabergitul $Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8\,H_2O$, cu o culoare verde-intens, caracteristică.

În România a fost descris în pegmatitele fundamentului cristalin (Teregova), în skarnele asociate banatitelor de la Băiţa — Bihor.

Interesante sînt acumulările de la Loos şi Helsingland (Suedia), de la Lempälo (Finlanda), de la Harzgerode (R. D. Germană), de la Sudbury (Canada), de la Phoenixville (S.U.A.), de la Dundas (Tasmania), de la Berezovsk şi Berikulsk (U.R.S.S.).

ULLMANNIT NiSbS

Sistemul de cristalizare: cubic, T 2 3.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}92$ Å; conţine $Ni_4Sb_4S_4$.

Habitus: cubic, octaedric, piritoedru, rar tetraedru; striaţiuni pe feţele de cub după (110). *Macle:* [110], planul de maclă (001). *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* neregulată. $H=5$. $G=6{,}70$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu-strălucitor, alb-argintiu. *Urmă:* cenuşie-negricioasă.

Proprietăţi optice: Opac; izotrop; în lumină reflectată colorat în alb; slabă anizotropie; *R* pentru verde 49%, oranj 42%, roşu 42%.

Ocurenţă. În zăcăminte hidrotermale apare în Austria, la Harzgerode în R. D. Germană, în Sardinia la Monte Narba. De regulă, inclus în siderit, asociat nichelinei şi gersdorfitului.

C. Grupa löllingitului

LÖLLINGIT $FeAs_2$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,544 : 1 : 1,130.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=2{,}86$; $b_0=5{,}26$; $c_0=5{,}93$ Å; conţine $Fe_{2+x}As_{4-x}$. $Z=2$.

Habitus: cristale prismatice după [001]; forme comune: b (010), a (100), u (140), q (130), s (120), m (110), l (011), e (101), r (111). *Macle:* (011). *Clivaj:* (010) şi (101) distinct. *Spărtură:* neregulată. $H=5-5\,^1/_2$. $G=7{,}10-7{,}4$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu şi cenuşiu-strălucitor. *Urmă:* neagră-cenuşie.

Proprietăţi optice. În lumină reflectată alb curat strălucitor. În comparaţie cu galena prezintă o tentă uşor gălbuie. Puterea de reflexie şi culoarea variază cu conţinutul în Co şi Ni, precum şi în alte elemente. *R* în aer pentru verde 57%, oranj 52,5%, roşu 48%, iar în imersie pentru verde 43,5%, oranj 43,5%, roşu 40,5%; bireflexia este slabă; este vizibilă atît în aer, cît şi în imersie. Prezintă anizotropie destul de puternică; culorile de anizotropie variază de la albăstrui-deschis la albăstrui-azuriu.

Chimism. Este o biarseniură de fier unde Fe este substituit prin Co şi Ni, iar As prin Sb şi parţial prin S. Variaţia chimismului este exprimată prin formula $(Fe, Co, Ni)_{2+x}(As,Sb, S)_{4-x}$, x fiind de obicei 0,2%. Structura cristalină este asemănătoare marcasitei şi arsenopiritei, avînd reţea rombică, de unde necesitatea studierii acestor minerale în grupe distincte, deşi aparţin aceluiaşi tip AX_2.

Ocurență. Este un mineral caracteristic zăcămintelor hidrotermale, filoniene și metasomatice, unde apare asociat cu arsenopirita, alte sulfuri de fier și de cupru și arsenuri de cobalt. În zona de oxidare se descompune, trecînd în $Fe'''(AsO_4) \cdot 2 H_2O$ — scorodit.

În România apare în mineralizații din provincia banatitică (Oravița, Ciclova Română) și cea neogenă (Ilba).

În Canada apare în zăcămîntul Cobalt (provincia Ontario), asociat cu sulfuri de cupru, minerale de nichel și cobalt, skutterudit, cloantit, smaltină etc., argint și aur nativ. În Carinthia (Austria) se întîlnește la Lölling, în R. F. Germania în Munții Harz la Andreasberg, în Spania în provincia Andaluzia la Sierra Morena, iar în Bolivia la Potosi.

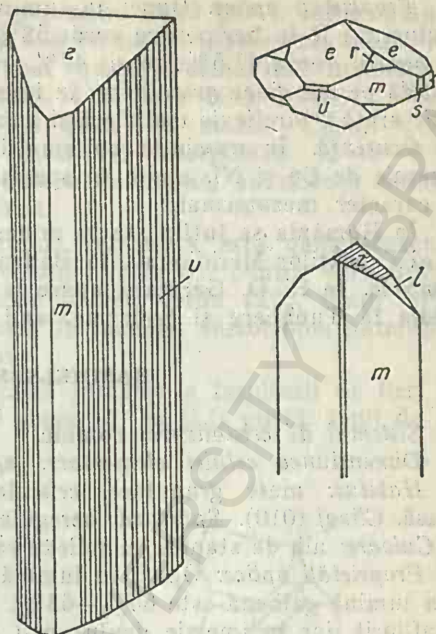


Fig. 27. Cristale de löllingit: m(110); e(101); l(011); b(010); s(120); u(140); r(111).

SAFFLORIT (Co, Fe)As_2

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,8703 : 1 : 0,5144; γ=90°27′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,13; b_0=5,05; c_0=5,87 Å; conține Co_4As_8. Z=2.

Habitus: se apropie de cel al arsenopiritei, fețele dominante fiind e (101), (310). Forme caracteristice: c (001), b (010), n (120), m (110), f (011). Agregate masive cu structură radiară. *Macle:* după (011), [101]. *Clivaj:* (100) potrivit. *Spărtură:* neregulată sau concoidală. *H*=4,5—5,5. *G*=6,9—7,3. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu, uneori cenușiu. *Urmă:* neagră-cenușie.

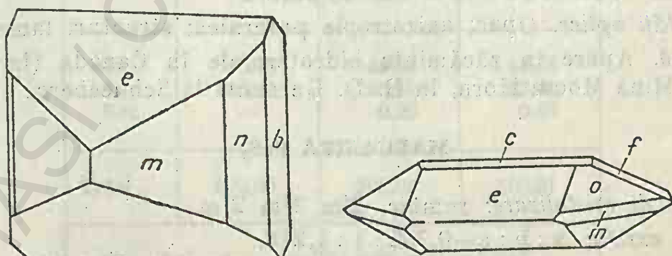


Fig. 28. Cristale de safflorit: c(001); o(111); m(110); f(011); n(120); b(010); e(101).

Proprietăţi optice. Opac; în lumină reflectată, culoarea este alb curat, strălucitor; *R* în aer pentru verde 58%, oranj 52%, roşu 51,5%, iar în imersie pentru verde 47,5%, oranj 47%, roşu 43%; bireflexie slabă în aer; este vizibilă pe marginea granulelor; în imersie devine mai clară. Termenii bogaţi în Fe arată o bireflexie mai clară şi anizotropie puternică.

Ocurenţă. În asociaţie cu smaltină, rammelsbergit, nichelină şi alte minerale de Co şi Ni, apare în special în zăcăminte filoniene hidrotermale cu caracter mezotermal.

În România se întîlneşte în mineralizaţii legate de fundamentul cristalin al Carpaţilor Meridionali, la Bădeni şi Eibenthal, sub formă de cristale frumoase. În R. D. Germană apare la Schneeberg, în Canada la Cobalt, în Suedia la Tunaberg şi Sadermanland.

RAMMELSBERGIT $NiAs_2$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,54$; $b_0=4,79$; $c_0=5,79$ Å. Z=2.

Habitus: mase granulare, cristale prismatice cu structură radiar-fibroasă. *Clivaj* (010). *Spărtură:* neregulată. $H=5\,^1/_2-6$. $G=7,1$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu, cu reflexe roz. *Urmă:* cenuşie-negricioasă.

Proprietăţi optice: Opac; în lumină reflectată culoarea este alb curat; *R* în lumină galbenă este 60%—63%; bireflexia este mai slabă în aer decît la safllorit, iar în imersie devine mai clară; prezintă anizotropie puternică.

Chimism. Conţine alături de Ni, ca substituenţi cristalo-chimici, Co, Fe, iar în poziţiile As se remarcă S, mai rar Bi.

Ocurenţă. În depozite hidrotermale de tip mezotermal este asociat altor minerale de Ni şi Co: löllingit, smaltină, nichelină etc. În R. D. Germană apare la Schneeberg, în R. F. Germania la Riechelsdorf (landul Hessen), în Austria în landul Carinthia la Lölling-Hüttenberg, în Franţa la St. Marie (Alsacia), în Maroc la Bou Azzer, iar în Canada la Cobalt.

PARARAMMELSBERGIT $NiAs_2$

Sistemul de cristalizare: rombic sau pseudorombic.

Relaţia axială: a : b : c=0,988 : 1 : 1,963.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11,43$; $b_0=5,75$; $c_0=5,82$ Å; conţine Ni_8As_{16}. Z=2.

Habitus: tabular (001), mase compacte. *Clivaj:* (001) perfect. $H=5,5$. $G=7,2$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu.

Proprietăţi optice. Opac; anizotropie puternică; structuri lamelare.

Ocurenţă. Apare în zăcăminte hidrotermale în Canada (în provincia Ontario) la Mina Moose Horn, în R. D. Germană la Schneeberg.

MARCASITĂ FeS_2

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,762 : 1 : 1,218.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,39$; $b_0=4,45$; $c_0=5,42$ Å; conţine Fe_2S_4. Z=2.

Habitus: tabular (010), piramidal, prismatic după [001], rar columnar sau în formă de lance; se mai întîlneşte sub formă de concreţiuni, stalactite, ciorchini, mase reniforme, neregulate sau cruste. Forme mai importante: b (010), a (100), c (001), v (130), m (110), l (011), e (101), s (110). *Macle:* complexe după [101] sau cu (011) ca plan de maclă. *Clivaj:* (101) distinct, (110) întrerupt, imperfect. *Spărtură:* neregulată. $H=6-6\ ^1/_2$. $G=4,8-4,9$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* galben de alamă, cu nuanţă cenuşie sau verzuie. *Urmă:* verde, cenuşiu-închisă.

Proprietăţi optice. Culoarea în lumină reflectată este galben-deschis; comparativ cu pirita are o tentă mai verzuie; R în aer pentru verde 52%, oranj 45,5%, roşu 44,5%, iar în imersie pentru verde 42%, oranj 39%, roşu 39%; bireflexia se remarcă îndeosebi în imersie; anizotropie puternică, de la albăstrui-violet la verzui-deschis.

Chimism şi structură. Este modificaţia rombică a bisulfurii de fier, în structura marcasitei găsindu-se aceleaşi grupe S_2^{2-} ca şi la pirită. Ionii de Fe

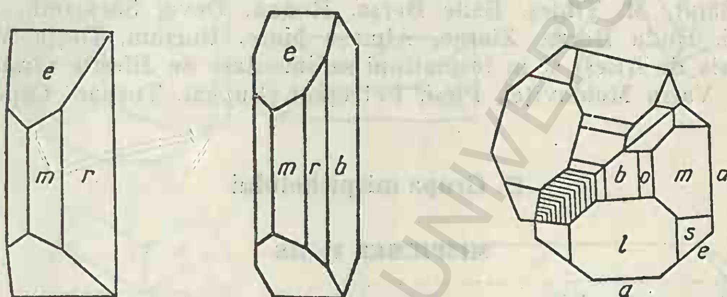


Fig. 29. Cristale de marcasită.

ocupă colţurile celulei rombice şi centrul celulei, fiind înconjuraţi de grupe de ioni S_2^{2-}. Comparînd structurile piritei şi marcasitei remarcăm că unul şi acelaşi tip de coordonare poate fi realizat în reţele cristaline absolut diferite ca simetrie.

Tabelul 32

Analize chimice

	1	2	3
Fe	46,55	46,53	46,56
S	53,45	53,30	53,40
Rez.	—	0,20	0,05
Total	100,00	100,03	100,01

1 — FeS_2; 2 — Joplin; Rez. $SiO_2=0,20$%, urme Cu; 3 — Loughborough, Township.

Ocurență. Marcasita este răspîndită mult mai puțin în natură decît pirita. Se întîlnește atît în rocile endogene cît și în cele exogene. Marcasita de origine endogenă apare în zăcămintele hidrotermale, mai ales în filoane. În general se formează în ultimele faze de mineralizare. Se întîlnește frecvent în druze sub formă de cristale concrescute, în general mărunte, uneori sub formă de eflorescențe pulverulente pe cristalele de cuarț, calcit, galenă, blendă, tetraedrit etc., mai rar sub formă de cruste și forme stalactitice.

În rocile sedimentare, marcasita apare mai ales în nisipuri și argile cărbunoase, îndeosebi sub formă de concrețiuni de granule neregulate, pseudomorfoze după resturile organice, precum și în mase solzoase de culoare neagră, fin dispersate. Procesul de transformare în zone de oxidare este asemănător cu cel descris la pirită.

În România se întîlnește în mineralizații de diferite tipuri genetice, uneori metamorfozate (Crucea, Holbav, Poiana Mărului, Valea lui Stan, Lipova), în mineralizații legate de ofiolitele mezozoice (M. Mehedinți, Căzănești) sau de magmatismul banatitic (Dognecea, Valea Drăganului), frecvent în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (Ilba, Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, M. Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Deva, Săcărîmb, Hondol, Hărțăgani, Ruda Barza, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Roșia Montană, Lupșa, Baia de Arieș) și în formațiuni sedimentare de diferite vîrste (Siret, Bucșoaia, Vatra Moldoviței, Pleși, Petroșani, Lupeni, Tușnad, Căpeni, Rudăria).

D. Grupa mispichelului

MISPICHEL FeAsS

Sinonim: *arsenopirita.*

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 1,6833 : 1 : 1,1360.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 6,43$; $b_0 = 9,53$; $c_0 = 5,66$ Å; $\beta = 90°$; conține $Fe_8As_8S_8$. Z = 8.

Habitus: cristale prismatice [001] și tabulare [010], de asemenea forme columnare, baccilare sau aciculare. Forme caracteristice: c (001), b (010), a (100), r (140), u (120), m (110), e (012), n (101), o (111). Unele fețe (104) sînt striate orizontal, ceea ce constituie un caracter de recunoaștere. Se găsește și ca metacristale, dezvoltate pe cale metasomatică în rocile de contact ale zăcămintelor, în mase compacte și agregate granulare. *Macle:* destul de frecvente prin întrepătrunderea a trei indivizi după fețele de prismă (101), (100) sau după (001), care dau cristalelor aspectul pseudorombic, sau (012) cînd creează macle în cruce. *Clivaj:* (101) distinct, (010) imperfect. *Spărtură:* neregulată. $H = 5\,^1/_2 - 6$. $G = 5,9 - 6,2$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de argint, cenușiu-strălucitor. *Urmă:* cenușiu-neagră.

Proprietăți optice. Culoarea în lumină reflectată este albă. $R\gamma$ în aer pentru verde 51%, oranj 51,55%, roșu 50,74%, $R\alpha$ pentru verde 47,94%, oranj 51,15%, roșu 50,04%, R_β pentru verde 47,02%, oranj 50,47%, roșu 49,88%; în imersie $R\gamma$ pentru verde 40,44%, oranj 39,80%, roșu 38,63%, $R\alpha$ pentru verde 30,70%, oranj 39,65%, roșu 37,87%, R_β pentru verde 36,17%, oranj 38,89%, roșu 37,37%. Bireflexie foarte slabă. Anizotropie destul de puternică; culorile de anizotropie în tonuri de roșu-violaceu.

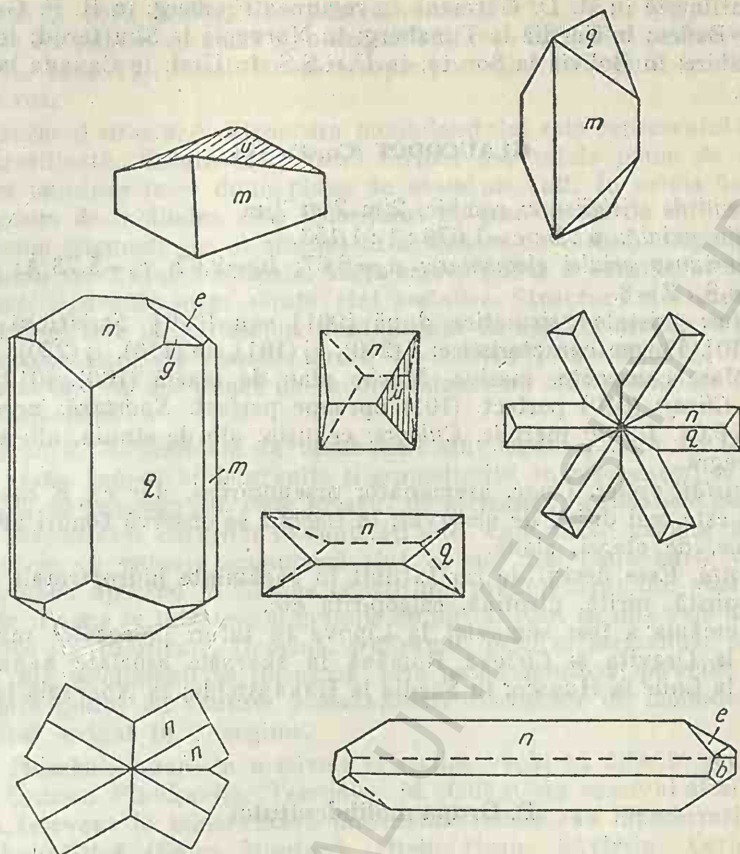


Fig. 30. Cristale de mispichel: n(101); e(012); q(210); m(110); u(120); b(010).

Ocurență. Mineral frecvent în zăcăminte hidrotermale, el constituie sursa principală a arsenului în zăcămintele endogene. În zăcămintele tipic hidrotermale filoniene și metasomatice, mispichelul se separă la temperaturi mai ridicate. Este întîlnit și ca mineral subordonat în zăcăminte de Sn, W, Bi, Cu, Pb, Zn etc.

Prin alterare mispichelul se descompune destul de repede, formînd scoroditul $Fe^{3+}(AsO_4) \cdot 2\,H_2O$.

În România apare în complexele de șisturi cristaline, uneori sub formă de vechi mineralizații hidrotermale de sulfuri (Băile Borșa, Crucea, Valea lui Stan, Rășinari, Teliuc, Ghelari), în granite paleozoice sau mezozoice vechi (Bătrîna, Turcoaia), în formațiuni sedimentare mezozoice (Schela), în mineralizații legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Tulgheș), în zăcăminte pirometasomatice legate de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea), în zăcăminte mezotermale aurifere sau de sulfuri legate de magmatismul neogen (Ilba, Dealu Crucii, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, M. Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Ruda Barza, Stănija, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Roșia Montană, Baia de Arieș).

Se întîlneşte în R. D. Germană în regiunea Freiberg; în R. F. Germania la Baden-Baden; în Suedia la Tunaberg; în Norvegia la Skutterud; în Anglia la Devonshire; în Bolivia la Sorato; în U.R.S.S. în Ural; în Canada la Deloro (Ontario).

GLAUCODOT (Co, Fe)AsS

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=1,679 : 1 : 1,153.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=6,67; b_0=9,62; c_0=5,73 Å; conţine (Co, $Fe_8As_8S_8$. Z=8.

Habitus: cristale prismatice după [001] sau [010]. Striaţiuni ||[001], uneori [010]. Forme caracteristice: l (210), j (101), m (110), q (230), g (212), v (112). Mase compacte, masive. *Macle:* plan de maclă (100), (012) macle în cruce. *Clivaj:* (010) perfect, (101) aproape perfect. *Spărtură:* neregulată. *H*=5. *G*=6,04. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu, alb de staniu, alb-argintiu. *Urmă:* neagră.

Proprietăţi optice. Opac, asemănător arsenopiritei, dar cu *R* mai mare. Bireflexia este mai dificil de observat; în imersie se observă tonuri albăstrui. Anizotropie, de obicei, slabă.

Ocurenţă. Este destul de rar întîlnit în zăcăminte hidrotermale asociat cu arsenopirită, pirită, pirotină, calcopirită etc.

În România a fost semnalat la Lipova în tufuri paleozoice metamorfozate şi la Oraviţa şi Ciclova Română în skarnele asociate banatitelor. Descris şi în Chile la Huasco; în Suedia la Häkansboda; în Norvegia la Skutterud.

E. Grupa molibdenitului

MOLIBDENIT MoS_2

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : c=1 : 3,815.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,16; c_0=12,32 Å; conţine Mo_2S_4. Z=2.

Habitus: rar cristale prismatice, mai frecvent forme pinacoidale hexagonale. Forme caracteristice: c (0001), m (10$\bar{1}$0), s (10$\bar{1}$5), o (10$\bar{1}$2), p (10$\bar{1}$1), q (30$\bar{3}$2). De obicei formează agregate solzoase, uneori formaţiuni sferulitice. Striaţiuni orizontale (0001) sau sub formă de urme paralele cu (10$\bar{1}$1). *Macle:* (0001). *Clivaj:* (0001) perfect; lamelele flexibile, dar nu elastice. *H*=1–1½. *G*=4,7–4,8. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu de plumb; lasă urmă pe hîrtie, gras la pipăit. *Urmă:* cenuşie cu nuanţă verzuie.

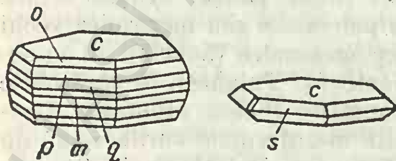


Fig. 31. Cristale de molibden: c(0001); m(10$\bar{1}$0); s(10$\bar{1}$5); o(10$\bar{1}$2); p(10$\bar{1}$1); q(30$\bar{3}$2).

Proprietăţi optice. Opac. În secţiuni proaspete culoarea este albă. Bireflexie puternică. În aer *Rε* pentru verde 36 %,

oranj 31,5%, roșu 30,5%, $R\omega$ pentru verde 15,5%, oranj 18%, roșu 15%; în imersie $R\varepsilon$ pentru verde 29%, oranj 23,5%, roșu 24%, $R\omega$ pentru verde 8%, oranj 6%, roșu 4%. Prezintă anizotropie puternică în tonuri de alb-cenușiu cu tente roz.

Chimism și structură. Structura molibdenitului este reprezentată printr-o rețea stratificată, fiecare strat fiind format din rețele plane de atomi de molibden cuprinse între două plane de atomi de sulf. În celula hexagonală fiecare atom de molibden este înconjurat de șase atomi de sulf la colțurile unei prisme trigonale (ca și arsenul în arseniura de nichel). Legăturile între atomii unui strat sînt covalente, încît acesta poate fi considerat ca o moleculă mare; legăturile între strate sînt metalice. Structura stratificată determină clivajul bun al cristalelor. Cristalizează în această structură și WS_2 — tungstenitul. Analizele chimice arată Mo=59,94%, S=40,06%. În general este destul de pur din punct de vedere chimic; nu sînt semnalate impurități de alte elemente.

Ocurență. Zăcămintele de molibdenit sînt legate genetic de intruziunile de roci acide, îndeosebi de granite și granodiorite, în care uneori se întîlnește sub formă de impregnații. Este prezent de asemenea în filoanele pegmatitice, însă în majoritatea cazurilor în cantități mici, care nu au valoare industrială. Zăcămintele cu valoare economică sînt în cea mai mare parte de origină hidrotermală, apărînd în filoane constituite predominant din cuarț; adesea, în aceste filoane se întîlnesc și granule de pirită. Rar, ca minerale însoțitoare, apar mice fin îmbricate, fluorină, wolframit, beril și turmalină. În zona de oxidare din molibdenit se formează, prin pseudomorfoză, powellit $Ca(MoO_4)$ sau rămîn goluri cu conture asemănătoare cristalelor de molibdenit, mineralul fiind levigat în întregime.

În România apare în masivele cristaline vechi cu diferite geneze (Băile Borșa, Crucea, Plavișevița, Teregova, M. Gilău), în masivul alcalin Ditrău-Jolotca, frecvent în mineralizații pirometasomatice sau hipotermale din provincia banatitică (Sasca Montană, Oțelu Roșu, Săvîrșin, Cerbia — jud. Hunedoara, Băița — jud. Bihor), rar în filoane hidrotermale din provincia magmatică neogenă (Ilba, Baia Sprie, Deva, Ruda Barza, Zlatna).

Se cunosc zăcăminte în R. S. Cehoslovacă la Cinoveč, în R. D. Germană la Altenberg și, în șisturi cuprifere, la Mansfeld, în Norvegia la Telemark, în S.U.A. la Cumberland, apoi în statele Colorado și Pennsylvania, în Australia la Kingsgate.

Jordisitul este o varietate amorfă de molibdenit, cu luciu de cărbune și spărtură concoidală. Se găsește în Austria la Bleiberg, în S.U.A. în Utah și în Colorado.

TUNGSTENIT WS_2

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 3,930.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,18; c_0=12,5 Å; conține W_2S_4. Z=2.

Habitus: mase masive, agregate foioase. *Clivaj:* (0001). $H=2\,^1/_2$. G=7,4. *Culoare:* cenușiu de plumb.

Proprietăţi optice. Opac, în secţiune colorat în alb, bireflexie puternică, anizotropie evidentă.

Ocurenţă. Întîlnit în depozite de calcar la Emma (statul Utah – S.U.A.), asociat piritei, galenei, tetraedritului, wolframitului.

F. Grupa krenneritului

Mineralele din această grupă se aseamănă prin unele proprietăţi, deşi au sisteme de cristalizare diferite; orientările cristalografice sînt asemănătoare, dimensiunile celulei după o direcţie sînt egale; au complexe de macle similare şi mici variaţii ale greutăţii specifice.

KRENNERIT $AuTe_2$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,5323 : 1 : 0,2699; β=90°08′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=16,51; b_0=8,80, c_0=4,45 Å; conţine $(Au, Ag)_8Te_{16}$. Z=8.

Habitus: mici cristale aciculare; adesea compact; prisme [010], striaţiuni [010]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), f (112), p (111). *Clivaj:* (001). *Spărtură:* subconcoidală sau neregulată. H=2–3. G=8,62. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu, galben de aur.

Proprietăţi optice. Opac. În secţiune lustruită alb-crem; bireflexie slabă, greu vizibilă chiar pe marginea granulelor. R pentru 465 mμ este: $R\gamma$=72–70%, $R\alpha$=65–63,2%; pentru 527 mμ, $R\gamma$=71–70%, $R\alpha$=64–63,7%; pentru 589 mμ, $R\gamma$=76–75%, $R\alpha$=69–68%. Anizotropia este destul de vizibilă; culorile care se văd sînt în tonuri brun-închise.

Ocurenţă. Apare în zăcăminte hidrotermale asociat cu silvanit, pirită, tetraedrit, calcopirită, cuarţ, calcit. Se găseşte în România în provincia magmatică neogenă la Săcărîmb, Zlatna, Almaşu Mare, Faţa Băii. Descris în S.U.A., la Cripple Creek (statul Colorado) şi în vestul Australiei.

SILVANIT $(Ag, Au)Te_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=1,9778 : 1 : 1,9913; β=110°49$^1/_2$′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,96; b_0=4,49; c_0=14,62 Å; conţine $Au_2Ag_2Te_8$. Z=2.

Habitus: prismatic [001], tabular a (100), b (010), columnar. Forme principale: c (001), m (110), r (210), t (310), a (100), b (010). *Macle:* plan comun de maclă (100). *Clivaj:* (010) perfect. *Spărtură:* neregulată. H=1$^1/_2$–2. G=8,16. Au : Ag=1 : 1. *Luciu:* metalic-strălucitor. *Culoare:* cenuşiu-strălucitor, alb-argintiu pînă la galben. *Urmă:* cenuşiu-strălucitoare.

Proprietăţi optice. Opac. Culoarea alb-crem. R în aer pentru verde 57%, oranj 48%, roşu 46%, în imersie pentru verde 40%, oranj 40%, roşu 23%. Bireflexia este vizibilă numai în imersie, mai ales în zone cu indivizi maclaţi. Anizotropia este puternică; culorile de anizotropie sînt roz-albicioase, cenuşiu-albicioase; în poziţii intermediare variază în tonuri de brun, galben, albăstrui.

Ocurență. Mineral descris pentru prima dată în lume la Săcărîmb, în zăcăminte hidrotermale, în filoane, alături de alte sulfuri comune, telururi etc.

În România apare în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen la Săcărîmb, Ruda-Barza, Băița, Stănija, Bucium, Baia de Arieș.

În S.U.A. apare în statele Carolina, California, Colorado; în Australia la Kalgoorlie și Mulgabbie; în Canada la Bigstone Bay, Porcupine (Ontario).

CALAVERIT $AuTe_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,6298 : 1 : 1,1492; β=90°08′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,19; b_0=4,41; c_0=5,08 Å; conține Au_2Te_4. Z=2.

Habitus: cristale prismatice scurte [010], striațiuni după [010], mase granulare, cristale nedistincte. *Macle:* (101) — axele paralele, (310) — axele ∢=122°58′ sau (111) — axele ∢=93°40′. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* subconcoidală sau neregulată. *H*=2½—3. *G*=9,3. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu, galben de aur. *Urmă:* cenușie cu reflexe verzui sau gălbui.

Proprietăți optice. Opac; în secțiuni lustruite alb-crem, cu tente slab brune. *R* în aer pentru verde 56,5%, oranj 54%, roșu 52%, iar în imersie pentru verde 54%, oranj 51%, roșu 48%. Bireflexie slabă, anizotropie clară.

Chimism. Ag pînă la 4%, Au pînă la 44%.

Ocurență. În filoane hidrotermale de temperaturi medii sau joase, asociat cu pirită, blendă, galenă, tetraedrit, cuarț etc. În România apare extrem de rar în filoane metalifere legate de magmatismul neogen, la Săcărîmb, Stănija.

În S.U.A. este întîlnit la Stanislaus (California) și la Cripple Creek (Colorado); în Australia la Kalgoorlie și de asemenea în insulele Filipine.

10. TIPUL AX_3

SERIA SKUTTERUDITULUI

Sistemul de cristalizare: cubic, 2/m 3.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,21 Å (skutterudit); a_0=8,20 Å (smaltină); conține $(Co, Ni)_8As_{24}$. Z=8.

Habitus: cristale în formă de cub, cub-octaedru, octaedru, dodecaedru romboidal. Forme principale: a (001), d (011), o (111), f (103), n (112), s (213). Rar cristale cu aspect prismatic. Sînt întîlnite de asemenea sub formă de concrețiuni radiare sau agregate granulare compacte. *Macle:* plan de maclă (112) (smaltină, cloantit) și (011) (skutterudit). *Clivaj:* (001) și (111) bun, (011) distinct, variabil în funcție de direcție. *Spărtură:* concoidală sau neregulată. *H*=5½—6. *G*=6,8. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu, uneori cu reflexe cenușii sau irizații.

Proprietăți optice. Culoarea în secțiuni lustruite este albă. *R* ia următoarele valori: *la smaltină R* în aer pentru verde 58,5%, oranj 57,5%, roșu 50%, iar în imersie pentru verde 49,5%, oranj 46,5%, roșu 46%; *la skutetrudit R* în aer pentru verde 60%, oranj 53,5%, roșu 51%, iar în imersie dentru verde 47%, oranj 47%, roșu 44%. Sînt izotrope.

Tabelul 33

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Co	20,77	19,70	20,18	13,81	24,13	—	7,78	2,30	3,62	13,70
Ni	—	—	0,11	11,35	1,23	20,71	12,94	19,89	21,18	—
Fe	—	2,80	1,84	1,21	4,05	—	1,04	0,47	2,83	3,71
As	79,23	76,41	76,38	71,61	70,85	79,29	76,78	75,78	71,47	61,59
S	—	1,03	1,50	0,75	0,08	—	1,67	0,61	0,58	0,05
Bi	—	—	—	—	—	—	—	0,16	—	20,17
Rez.	—	—	—	0,96	0,41	—	0,44	0,14	0,29	0,85
Total	100,00	99,94	100,01	99,69	100,75	100,00	100,65	99,35	99,97	100,07

1 — $CoAs_3$ (teoretic); 2 — Skutterudit (Skutterud — Norvegia); 3 — Skutterudit (Sudbury — Canada); 4 — Smaltină (Cobalt — Canada); 5 — Smaltină (provincia Atacama — Chile); 6 — $NiAs_3$ (teoretic); 7 — Nichelskutterudit (Oravița — R. S. România); 8 — Nichelskutterudit (Schneeberg — R. D. Germană); 9 — Cloantit (Schneeberg); 10 — Bismutosmaltină (Schneeberg).

Chimism și structură. În această grupă sînt încadrate mineralele care au ca formulă teoretică AX_3 și AX_{3-x} și care formează amestecuri izomorfe, cu prezența unor conținuturi variabile de Fe. Studiile röntgenometrice arată că ele se deosebesc de mineralele grupelor precedente prin structura lor cristalină, deși prezintă asemănări din punct de vedere chimic. Caracteristica structurii seriei skutteruditului constă în faptul că celula elementară este formată din opt atomi de Co, situați în centrele cuburilor mici, și șase grupuri de As_4 și că atomii de arsen constituie în rețea grupe cuadruple de As_4, așezate în vîrfurile unui patrat și dispuse în mijlocul muchiilor și fețelor, orientîndu-se paralel cu laturile cubului elementar. Analizele arată că sînt în general arsenuri de Co și Ni de tipul $(Co,Ni)As_{3-x}$. Variațiile în compoziția chimică sînt pentru skutterudit și nichelskutterudit $(Co, Ni)As_{3-x}$ și respectiv $(Ni,Co)As_{3-x}$ cu x de la 0 la 0,5, iar pentru smaltină și cloantit $(Co, Ni)As_{3-x}$ și respectiv $(Ni, Co)As_{3-x}$, cu x de la 0,5—1. Substituirile între Ni și Co merg maximum la 12%. Sulful poate substitui As, în proporția maximă de 2%. Mai sînt prezente Cu, Zn, Pb, Ag în jur de 4%, reprezentînd de regulă rezultatul unor impurități mecanice sau concreșteri intime cu minerale conținînd aceste elemente.

Ocurență. Toate aceste minerale apar în parageneză cu alte arsenuri de cobalt și nichel, exclusiv în zăcăminte hidrotermale. Prin alterare din skut-

terudit și smaltină se formează *eritrină*, iar din nichelskutterudit și cloantit se formează *annabergit*.

În R. S. România apar în mineralizații legate de fundamentul cristalin (Bădeni), de magmatismul mezozoic (Gemenea), de magmatismul banatitic (Oravița, Ciclova Română, Vața de Jos) sau de cel neogen (Săcărîmb).

În Norvegia se găsesc la Skutterud, în R. D. Germană la Schneeberg, Annaberg, Marienberg, Johanngeorgenstadt, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov, în Franța la Allemont, în Anglia în Cornwall, în S.U.A. la Motte (Missouri), în Canada la Cobalt, în U.R.S.S. în regiunea Munților Altai, la Nijni-Seimciansk.

II. SULFOSĂRURI ȘI COMPUȘI SIMILARI

1. TIPUL $A_mB_nX_p$ $m+n: p>4:3$

A. Grupa polibazitului

POLIBAZIT $(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,7309 : 1 : 1,5796; β=90°.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=26,17; b_0=15,11; c_0=23,89 Å; conține $(Ag, Cu)_{32}Sb_4S_{22}$. Z=16.

Habitus: cristale lamelare cu contur pseudohexagonal; fețele de bază arată striațiuni în forme triunghiulare. Se întîlnește și în mase compacte. Cristalele sînt tabulare după (001). Forme principale: c (001), m (110), l (310), n (101), t ($\bar{2}$01), o (114), r (112), p (111). *Macle:* plan de maclă (110) sau (001) repetate. *Clivaj:* (001) imperfect. *Spărtură:* neregulată. *H*=1,5–2. *G*==6–6,2. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. Este colorat în alb sau cenușiu-închis, cu tente slab verzui. *R* în aer pentru verde 29,5%, oranj 25,5%, roșu 25,5%, iar în imersie pentru verde 19%, oranj 14,5%, roșu 13%. Bireflexie destul de slabă, vizibilă îndeosebi pe marginile granulelor. Anizotropia este scăzută, dar în imersie apare mai clară. Reflexele interne apar în tonuri de roșu-închis. În secțiuni subțiri: $2V_\alpha=22°$, $n_{Li}>2,72$. Birefringență ridicată. Orientarea α=c și β=a.

Chimism. Analizele arată prezența Ag, Sb și S, respectiv compoziția teoretică $(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$, cuprul substituind izomorf argintul. Serie continuă cu pearceitul $(Ag, Cu)_{16}As_2S_{11}$, substituirea pentru As fiind reprezentată pînă la 60 atomi %.

Ocurență. Este întîlnit în zăcăminte hidrotermale de temperatură joasă și medie, asociat cu pirargiritul, tetraedritul, stefanitul și alte sulfosăruri de Ag și Pb.

În România apare în zăcăminte hidrotermale legate de magmatismul neogen la Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Săliște, Roșia Montană.

Tabelul 34

Analize chimice

	1	2	3
Ag	74,32	67,95	64,49
Cu	—	6,07	9,70
Sb	10,49	5,15	8,08
As	—	3,88	1,78
S	15,19	16,37	15,10
Rez.	—	0,76	0,75
Total	100,00	100,18	99,90

1 — $Ag_{16}Sb_2S_{11}$; 2 — Rez.Pb 0,76%; (Quespiseta —Peru); 3—Rez.Fe 0,41%, Zn 0,34% (Las Chiapas, Sonora — Mexic).

În R. D. Germană este citat la Freiberg, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov şi Přibram, în Mexic la Guanajuato, în Chile la Tres Puntas (provincia Atacama), în S.U.A. în statele Nevada, Idaho, Colorado, Arizona şi în Japonia la Ohimato.

PEARCEIT $(Ag, Cu)_{16}As_2S_{11}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=1,7309 : 1 : 1,6199; β=90°09'.

Dimensiunea celulei elementare: aproape identică cu cea a polibazitului.

Habitus: cristale tabulare, striaţiuni triunghiulare pe (001). *Macle:* (110), plan de maclă (001). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* concoidală şi neregulată. *H*=3. *G*=6,15. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* neagră.

Proprietăţi optice. Opac. În secţiuni lustruite culoarea este albă, iar în secţiuni subţiri verde, cenuşie sau roşie. Bireflexie slabă. Anizotropie scăzută.

Chimism. Cuprul substituie argintul pînă la 30 atomi %, Sb substituie As pînă la 4 atomi %, limita de existenţă a pearceitului.

Ocurenţă. Este întîlnit în zăcăminte hidrotermale de temperatură medie, asociat cu sulfosăruri de plumb şi argint, sulfuri comune, cuarţ, baritină şi carbonaţi.

În R. S. România apare în mineralizaţiile legate de magmatismul neogen la Dealul Crucii, Roşia Montană.

În S.U.A. se găseşte în statul Colorado la Aspen şi în Montana la Phillipsburg, iar în Chile la Arkueros.

POLIARGIRIT $Ag_{24}Sb_2S_{15}$

Sistemul de cristalizare: cubic.

Habitus: cub-octaedric. Forme caracteristice (110) şi (hll). *Clivaj:* (001). *Spărtură:* neregulată. Maleabil şi ductil. *H*=2,5. *G*=6,974. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier, cenuşiu negricios. *Urmă:* neagră.

Ocurenţă. Apare în zăcăminte hidrotermale, în R. F. Germania la Baden, Wolfach în parageneză cu argentit.

B. Grupa argiroditului

ARGIRODIT Ag_8GeS_6

CANFIELDIT Ag_8SnS_6

Sistemul de cristalizare: cubic.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=21,11 Å; conține $Ag_{256}(Ge, Sn)_{32}S_{192}$.

Habitus: octaedric, dodecaedric; combinații de forme principale: a (001) d (011), o (111); mase compacte masive, cruste cristaline, agregate radiare. *Macle:* maclă comună tip spinel (111) sau (011). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată, slab concoidală. *H*=2,5. *G*=6,1–6,3 (argirodit), 6,276 (canfieldit). *Culoare:* alb-negricios cu tonuri de roșu; în spărtură proaspătă este cenușiu-strălucitor, alb de staniu, cu reflexe roșii sau violete. *Urmă:* neagră-cenușie.

Proprietăți optice. În lumină reflectată culoarea este alb-cenușie, cu tente violacee. *R* în aer pentru verde 24,5%, oranj 21%, roșu 18,5%; în imersie pentru verde 10,5%, oranj 9,5%, roșu 9%. Bireflexia este foarte slabă în aer, iar în imersie se observă la marginea granulelor. Prezintă anizotropie vizibilă de asemenea la marginea granulelor.

Ocurență. Se întîlnesc în zăcăminte hidrotermale în asociații cu sulfuri și alte sulfosăruri de Pb, Ag și Cu. Citate în R. S. România în mineralizațiile de la Hondol și Bucuresci (probabil canfieldit).

În R. D. Germană apar la Freiberg, în Bolivia la Colquechaca (canfieldit) și în Argentina la Pirquitas.

STEFANIT Ag_5SbS_4

Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2.

Relația axială: a : b : c=0,6291 : 1 : 0,6851.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,72; b_0=12,34; c_0=8,50 Å; conține $Ag_{20}Sb_4S_{16}$. Z=4.

Habitus: cristalele au aspecte pseudohexagonale, frecvent prisme, sau tabulare [001], ușor alungite după [100], [110], striațiuni [1$\bar{1}$4]. Mase compacte sau diseminări. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), t (023), d (021), e (041), p (111), r (221), f (133), v (132). *Macle:* de doi sau trei indivizi după (110), de multe ori multiple, sau (100), plan de maclă (001). *Clivaj:* (010) și (021) imperfect. *Spărtură:* subconcoidală sau neregulată. *H*=2–2$^{1}/_{2}$. *G*=6,25. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier.

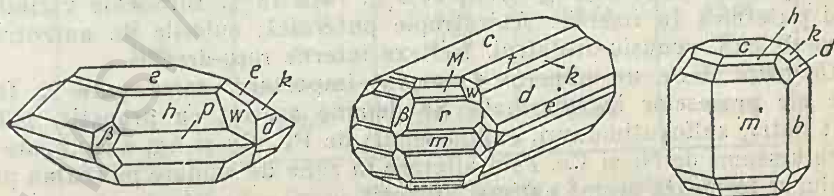


Fig. 32. Cristale de stefanit: c(001); b(010); t(023); d(021); e(041); h(112); m(110); β(101), p(111); w(134); M(113).

Proprietăți optice. Este transparent în infraroşu. În lumină reflectată culoarea este alb-cenuşie, asemănătoare culorii argentitului. *R* în aer pentru verde 29%, oranj 27,5%, roşu 24,5%; în imersie pentru verde 17%, oranj 13,5%, roşu 10%. Bireflexia în aer este slabă, iar în imersie mai clară. Anizotropia este puternică.

Ocurență. Este întîlnit în filoane de origină hidrotermală, în parageneză cu minerale argentifere (argentit, argint nativ, polibazit, pirargirit), precum şi în filoane cobalto-argentifere, asociat arsenurilor de cobalt. În condiții exogene, în zona de îmbogățire secundară se asociază cu argint nativ, iodirit, kerargirit, argentit şi covelină.

În România apare în zăcăminte polimetalice şi aurifere legate de magmatismul banatitic (Băişoara) şi de cel neogen (Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Băile Borşa, Crăciuneşti, Trestia, Hărțăgani, Ruda-Barza, Zlatna, Roşia Montană, Baia de Arieş). Se întîlneşte în R. D. Germană la Freiberg, Schneeberg, Johanngeorgenstadt, în R. S. Cehoslovacă la Přibram, în Norvegia la Kongsberg, în Anglia în comitatul Cornwall, în S.U.A. în Nevada la Comstock Lode şi la Austin, în Mexic la Zacatecas.

2. TIPUL A_3BX_3

A. Grupa sulfosărurilor cu argint

PIRARGIRIT Ag_3SbS_3

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 m.

Relația axială: a : c = 1 : 0,7892; $\alpha = 104°00^1/_2'$; $\lambda = 71°22'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 11{,}06$; $c_0 = 8{,}73$; conține $Ag_{18}Sb_6S_{18}$. Z=6.

Habitus: cristale prismatice [0001], forme hemimorfe, striațiuni după $(11\bar{2}0) \parallel (1\bar{1}05)$. Forme principale: m $(10\bar{1}0)$, −m $(01\bar{1}0)$, a $(11\bar{2}0)$, β $(21\bar{3}0)$, u $(10\bar{1}4)$, e $(01\bar{1}2)$, s $(02\bar{2}1)$, t $(21\bar{3}4)$, v $(21\bar{3}1)$. *Macle:* după $(10\bar{1}4)$ complexe, în lamele fine, $(10\bar{1}1)$ comune, $(11\bar{2}0)$ dau aspectul simetriei holoedrice, $(01\bar{1}2)$ rare. *Clivaj:* $(10\bar{1}1)$ slab, $(01\bar{1}2)$ aproape imperfect. *Spărtură:* concoidală sau neregulată. $H = 2^1/_2 - 3$. $G = 5{,}82 - 5{,}85$. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roşu sau gri, albastru, negru. *Urmă:* purpurie sau roşie de cireş.

Proprietăți optice. În lumină transmisă $\lambda = 671$ (Li), $\varepsilon = 3{,}084$, iar $\omega = 2{,}881$. Uniax negativ. În lumină reflectată, culoarea este albă cu tente albăstrui-cenuşii. *R* în aer pentru verde 32,5%, oranj 27%, roşu 24%; în imersie pentru verde 19,5%, oranj 16,5%, roşu 15%. Bireflexie vizibilă în aer şi puternică în imersie. Anizotropie puternică; culorile de anizotropie: galben-albicios, cenuşiu-albăstrui. Reflexe interne roşu-deschis.

Ocurență. Este un mineral de argint important, care apare în fazele finale ale proceselor hidrotermale. Se depune asociat cu proustit, galenă, argint nativ, sulfoantimonuri, sulfoarsenuri de Pb, Cu şi Ag; uneori este asociat cu arsenuri de Ni şi Co. Prin alterare în zona de oxidare pe seama pirargiritului se formează argint nativ şi argentit.

În R. S. România apare în filoane hidrotermale aurifere legate de magmatismul neogen (Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Săcărîmb, Hondol, Trestia,

Crăciunești, Hărțăgani, Ruda Barza, Stănija, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Baia de Arieș).

Se găsește asociat cu minerale de Ag și galenă în R. D. Germană în M. Harz și în Saxonia la Freiberg, în R S. Cehoslovacă la Příbram și Kremnica, în Norvegia la Kongsberg, în Spania la Hiendelaencina, în Mexic la Guanajuato și Zacatecas, în Chile la Chanarcillo, în S.U.A. în numeroase zăcăminte argentifere din statele Idaho, New Mexico, Utah, Arizona.

PROUSTIT Ag_3AsS_3

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 m.

Relația axială: a : c=1 : 0,8039; $\alpha=103°32^1/_2'$; $\lambda=72°12'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10,76$; $c_0=8,66$ Å; conține $Ag_6As_2S_6$. Z=6.

Habitus: cristale scalenoedrice sau de romboedri ascuțiți. Forme principale: m $(10\bar{1}0)$, —m $(01\bar{1}0)$, a $(11\bar{2}0)$, u $(10\bar{1}4)$, r $(10\bar{1}1)$, e $(01\bar{1}2)$, s $(02\bar{2}1)$, p $(11\bar{2}3)$, t $(21\bar{3}4)$, v $(21\bar{3}1)$. Fețele de prismă prezintă striațiuni oblice, caracteristice. Mai frecvent apare sub forma unor granule diseminate, iar uneori în mase compacte. *Macle:* $(10\bar{1}4)$ sau $(10\bar{1}1)$, (0001), $(01\bar{1}2)$. *Clivaj:* $(10\bar{1}1)$ slab. *Spărtură:* concoidală sau neregulată. $H=2-2^1/_2$. $G=5,57$. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roșu-aprins. *Urmă:* roșie.

Proprietăți optice. În lumină transmisă $\lambda=671$ (Li), $\varepsilon=2,9789$, $\omega=2,7113$, $\lambda=589$ (Na), $\varepsilon=3,0877$, $\omega=2,7924$; pleocroism de la roșu-aprins la roșu. Uniax negativ. În lumină reflectată culoarea este cenușiu-deschis cu nuanță albăstrui-albicioasă. *R* în aer pentru verde 28%, oranj 21,5%, roșu 20,5%, iar în imersie pentru verde 15%, oranj 11,5%, roșu 10%. Bireflexia este clară. Anizotropia este puternică.

Chimism și structură. Din punct de vedere chimic este o sulfură de Ag și As, unde Sb substituie deseori As (tab. 35). Structura se caracterizează prin aceea că grupele AsS_3 ocupă atît colțurile celulei romboedrice cît și centrul. Fiecare grupă de acest fel este reprezentată printr-o piramidă scurtă cu As situat în vîrf. Vîrfurile tuturor piramidelor sînt orientate în lungul axei ternare.

Tabelul 35

Analize chimice

	1	2	3	4
Ag	65,42	64,12	65,06	64,50
Sb	—	0,08	1,41	3,62
As	15,14	15,90	13,85	12,54
S	19,44	19,28	19,64	19,09
Rez.	—	0,75	—	—
Total	100,00	100,13	99,96	99,75

1 — Ag_3AsS_3; 2 — Cobalt (Ontario — Canada); 3 — cristal (Chanarcillo — Chile); 4 — masiv (Chanarcillo — Chile).

Ocurență. Este răspîndit în filoane hidrotermale, în minereurile de plumb, zinc și argint, cu gangă de cuarț și calcit. Se întîlnește printre mineralele care se depun în ultimele stadii ale proceselor hidrotermale, uneori împreună cu pirargiritul. În unele zăcăminte este asociat cu arsenuri de Ni și Co.

În România se găsește în șisturi cristaline, legat eventual de lamprofire mezozoice, la Cîrlibaba, Tulgheș, și în filoane și stock-uri hidrotermale, legate de magmatismul neogen la Săsar, Baia Sprie, Săcărîmb, Roșia Montană.

În asociație cu As apare în R. D. Germană la Freiberg, Annaberg, Marienberg și Schneeberg, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov, în Franța la Chalanches, în Mexic la Batopilas, în Peru, în Chile, precum și în diferite zăcăminte în S.U.A. (statele Colorado, Arizona, Nevada).

PIROSTILPNIT Ag_3SbS_3

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,3547 : 1 : 0,1782; β=90°.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=12,17; b_0=6,24; c_0=15,84 Å. Z=8.
Habitus: tabular (010), frecvente forme de romburi, cristale alungite [001]; striațiuni (010). Forme principale: c (001), b (010), a (100), s (120), m (110), d (101), p (141), o (191). De obicei cristalele sînt grupate în snopi sau rozete, ca la stibină. *Macle:* (100). *Clivaj:* (010) perfect. *Spărtură:* concoidală. *H*=2. *G*=5,94. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roșu-hyacint. *Urmă:* galbenă-oranj.

Proprietăți optice. În lumină transmisă β=b, $\alpha \wedge c$=8°. Indici de refracție ridicați.

Ocurență. Apare de obicei în filoane hidrotermale cu minerale de argint. În R. S. România se găsește în filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen la Săsar și Baia Sprie.

Este descris în R. F. Germania în M. Harz la Andreasberg, în R. D. Germană la Freiberg, în R. S. Cehoslovacă la Přibram, în Chile la Chanarcillo (Atacama), în S.U.A. în diferite zăcăminte din statele Atlanta, Idaho.

STILOTIPIT (Cu, Ag, Fe)$_3$SbS$_3$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.
Habitus: prismatic [001], *Macle:* (111), ⋊ între ele 90°. *Spărtură:* neregulată. *H*=3. *G*=4,79–5,18. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. În lumină reflectată este alb-cenușiu.

Ocurență. Se găsește în zăcăminte hidrotermale, în Chile la Copiapó, în Peru la Caudalosa și Castrovirroina.

XANTOCONIT Ag_3AsS_3

Sinonim: *rittingerit.*
Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=1,9187 : 1 : 1,0152; β=91°13′.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=11,99; b_0=6,21; c_0=31,86 Å. Z=16.

Habitus: tabular (001), frecvente forme de romburi, alungiri după (010), rar cristale piramidale. Forme principale: c (001), a (100), m (110), d (501), p (111), q (551). *Macle:* (001), aspecte pseudorombice. *Clivaj:* (001) slab. *Spărtură:* subconcoidală. $H=2-3$. $G=5{,}54$. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roşu-aprins, portocaliu, brun, galben-oranj, galben de lămîie. *Urmă:* galben-oranj.

Proprietăţi optice: În lumină transmisă este galben-deschis; orientarea $\alpha=c$, $\gamma=b$. Indicele de refracţie este 3. Este biax negativ $2E=\pm125°$. Birefringenţă ridicată.

Chimism. Compoziţia chimică este identică cu cea a proustitului.

Tabelul 36

Analize chimice

	1	2	3
Ag	65,42	65,15	64,07
As	15,14	14,63	14,98
S	19,44	19,07	14,99
Total	100,00	98,85	94,04

1 — Ag_3AsS_3; 2 — Freiberg (R. D. Germană); 3 — Mina Rose, Cobalt (Canada).

Ocurenţă. Apare în zăcăminte hidrotermale. A fost determinat sub numele de rittingerit la Baia Sprie şi la Săcărîmb.

În R. D. Germană apare la Freiberg, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov, în Chile la Chanarcillo, în S.U.A. în diferite zăcăminte din statele Atlanta şi Idaho, în Canada la Cobalt.

WITTICHENIT Cu_3BiS_3

Sistemul de cristalizare: rombic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7{,}68$; $b_0=10{,}33$; $c_0=6{,}70$ Å.

Habitus: cristale tabulare (001), uneori în cristale columnare sau aciculare, cel mai adesea compact şi fin granular. Forme principale: c (001), a (100), b (010), n (101). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* concoidală. $H=2{,}5$. $G=6{,}3-6{,}7$. *Culoare:* cenuşiu-strălucitor, alb de staniu, cenuşiu de plumb. *Urmă:* neagră.

Proprietăţi optice. În secţiuni lustruite este crem. Slab anizotrop, *R* pentru verde 35%, oranj 29,5% şi roşu 28%.

Ocurenţă. Apare în zăcăminte hidrotermale legate de magmatismul banatitic (Băiţa — Bihor) sau neogen (Cavnic, Brad).

Se întîlneşte la Wittichen în Pădurea Neagră (R.F.G.); este de obicei un însoţitor al calcozinei depusă din soluţii ascendente la Butte în Montana (S.U.A.). Este citat în Namibia la Tsumeb; în Africa de Sud în Transvaal; în Peru la Colquijirca.

B. Grupa tetraedritului

TETRAEDRIT $(Cu, Fe)_{12}Sb_4S_{13}$

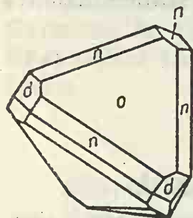
TENNANTIT $(Cu, Fe)_{12}As_4S_{13}$

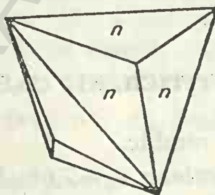
Sistemul de cristalizare: cubic $\bar{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10{,}19$ Å (varietatea pură de tennantit), $a_0=10{,}33$ Å (varietatea pură de tetraedrit) și $a_0=10{,}40$ Å (tetraedritul bogat în Ag determinat la Freiberg). Conține $(Cu, Fe, Zn, Ag)_2$ $(Sb, As)_8S_{26}$. Z=8.

Habitus: tetraedru pozitiv (111), cu fețe strălucitoare sau striate paralel cu muchiile; tetraedru negativ ($\bar{1}$11), la care se adaugă fețe de dodecaedru romboidal (110), fețe de cub (100) și trapezoedru (211). Deseori, mase compacte granulare, Forme principale: a (001), d (011), o (111), —o ($\bar{1}$11), f (013), e (012), m (113), n (112), —n (1$\bar{1}$2), r (233), —r ($\bar{2}$33), s (123), —s ($\bar{1}$23). *Macle:* frecvente prin pătrunderea a doi tetraedri, care au și fețele (110) ale dodecaedrului romboidal. Ax de maclă [111], față de maclare || sau ⊥ (111). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* subconcoidală sau neregulată. $H=3-4^1/_2$ (variază de la tetraedrit la tennantit). $G=4{,}6-5{,}1$, în funcție de conținutul în Sb. Astfel la: tennantit=4,62; tetraedrit=4,97; Ag-tetraedrit=5,05; Hg-tetraedrit=5,10. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, negru de fier, negru (Hg-tetraedrit). *Urmă:* neagră, brună, reflexe roșii (varietățile cu conținuturi ridicate în As și scăzute în Fe).

Proprietăți optice. În lumină reflectată culoarea este cenușiu-albicioasă, între blendă și galenă. Termenii cu conținuturi mari în As prezintă o tentă verzuie, pe cînd cei cu Sb, tonuri oliv, iar cei cu Ag tonuri oliv-gălbui; pentru cei cu Hg remarcăm tonuri crem mat. *R* variază de asemenea în funcție de chimism (tab. 37). Sînt izotrope, prezintă reflexe interne de culoare brun-roșietică, vizibile îndeosebi la varietățile bogate în As.





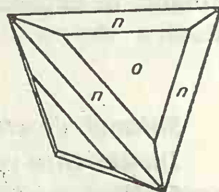


Fig. 33. Cristale de tetraedrit.

Tabelul 37

Puterea de reflexie

		Tetraedrit R	Tennantit R	Freibergit R
în aer:	verde	27%	29,5%	29%
	oranj	24%	24%	23%
	roșu	20,5%	21,5%	21%
în imersie:	verde	15%	14%	12%
	oranj	14,5%	13,5%	16%
	roșu	12,5%	10,5%	14%

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cu	45,77	45,39	37,42	37,22	38,59	34,15	32,76	42,22	42,05	42,03	51,57
Fe	—	1,32	6,62	0,80	1,05	3,79	1,46	10,90	1,48	0,62	—
Zn	—	—	1,72	6,59	6,16	4,86	0,38	0,63	6,09	7,76	—
Ag	—	—	—	1,51	0,68	5,94	1,51	—	0,04	1,24	—
Hg	—	—	—	—	—	—	13,71	—	—	—	—
Pb	—	0,11	urme	0,33	—	—	urme	—	—	—	—
Ni	—	—	0,23	—	—	—	—	—	—	—	—
Co	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bi	—	—	—	—	—	—	urme	—	—	—	—
Sb	29,22	28,85	29,28	26,61	24,98	25,24	27,90	—	10,87	—	—
As	—	urme	urme	0,38	2,25	1,21	0,84	13,34	12,57	19,80	20,26
S	25,01	24,48	25,70	25,16	25,35	25,22	20,60	29,09	27,12	28,08	28,17
Rez.	—	—	—	0,75	0,14	—	0,18	3,56	—	—	—
Total	100,00	100,15	100,95	99,35	99,20	100,41	99,34	99,74	100,32	99,53	100,00

1 — $Cu_{12}Sb_4S_{13}$; 2 — Tetraedrit; Bourg d'Oiseau — Franța; 3 — Fe-tetraedrit; Frigido — Italia; 4 — Zn-tetraedrit; Rez. Mn.=0,69 și insol. 0,06, Băișoara — R. S. România; 5 — Zn-tetraedrit; Cavnic — România; 6 — Ag-tetraedrit; Val de Villé; 7 — Hg-tetraedrit; Iveia Piedmont; 8 — Fe-tennantit Rez.=SiO_2; Osaruzawa, Akita — Japonia; 9 — Tennantit (sandbergerit); San Lorenzo, Santiago Chile; 10 — Tennantit (binnite); Binnenthal; 11 — $Cu_{12}As_4S_{13}$.

Chimism. În rețeaua cristalină pozițiile cuprului pot fi înlocuite în parte prin Ag, Hg, Pb, Fe, Zn, uneori Co, iar în varietățile bogate în As, în pozițiile acestuia apar Bi, Hg, Ge, Sn, Mn. Numele de tetraedrit se dă varietăților bogate în Sb, numite și *fahlerz*, iar cele în care predomină As sînt numite *tennantit*. Formula generală a termenilor seriei tetraedrit-tennantit apare sub forma: $(Cu, Fe, Zn, Ag)_{12}(Sb, As)_4S_{13}$. Cuprul este componentul principal, iar raportul între specii este dat de As și Sb (Sb : As=1 : 1). Unele elemente își au originea și din impuritățile mecanice impuse de prezența galenei, blendei etc.

În funcție de compoziție se cunosc mai multe varietăți. *Pentru termenii cu stibiu:* a) zincifer, cînd Zn variază de la 8—9%; b) ferifer în care Fe apare cu conținuturi de la 9—13%; c) argentifer (freibergit), cînd Ag variază de la 5—18%; d) hidrargifer, cu Hg pînă la 17%; e) plumbifer cu Pb pînă la 16%; f) bismutifer, unde Bi este 2%; g) nichelifer, unde Ni este 4% și h) cobaltifer cu maximum 4% Co. *Pentru termenii cu arsen:* a) zincifer, cu 9% Zn; b) ferifer, cu Fe pînă la 11%; c) argentifer (binnit), cu 6% Ag și cu totul întîmplător 14%; d) bismutifer, cu 13% Bi.

Ocurență. Mineralele din această grupă sînt prezente în filoanele formate în legătură cu procesele hidrotermale, fiind destul de răspîndite în zăcămintele de cupru. Subordonat apar și în zăcăminte pegmatit-pneumatolitice de criolit și de Sn sau în sedimentele șistoase cuprifere.

T e t r a e d r i t u l apare în mineralizațiile polimetalice lentiliforme sau filoniene vechi, legate de fundamentul cristalin (Băile Borșa, Fundu Moldovei, Crucea, Bălan, Bădeni, Someșu Rece), în mineralizații legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Tulgheș, Somova), în zăcăminte pirometasomatice-hipotermale din provincia banatitică (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Băița — Bihor, Băișoara), în filoane și stock-uri hidrotermale legate de magmatismul neogen (Ilba, Nistru, Băița, Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, M. Țibleș, Rodna, Băile Borșa, Deva, Săcărîmb, Hondol, Crăciunești, Ruda Barza, Bucium, Zlatna, Almașu Mare, Roșia Montană, Mușca, Baia de Arieș).

T e n n a n t i t u l apare în filoane legate de magmatismul paleozoic (Lipova) sau de cel neogen (Hondol).

Sub diverse feluri și în asociații diferite, aceste minerale apar în numeroase tipuri de zăcăminte în R. F. Germania la Andreasberg, Clausthal; în R. D. Germană la Freiberg; în R. S. Cehoslovacă la Příbram; în Austria la Schwatz în Tirol; în Mexic, Chile, Bolivia. Varietăți argenifere se întîlnesc la Freiberg (R. D. Germană) și Příbram (R. S. Cehoslovacă); în S.U.A., în zăcămintele din statele Arkansas, Colorado, Nevada, Utah, Arizona; în U.R.S.S. în toate zăcămintele de Cu, Pb, Zn din Munții Ural.

3. TIPUL A_3BX_4

A. Grupa sulvanitului

SULVANIT Cu_3VS_4

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,380 Å; conține Cu_3VS_4. Z=1.

Habitus: cubic, de regulă masiv. Forme principale: a (001), d (011), o (111). *Clivaj:* (001) perfect. $H=3^1/_2$. $G=4,00$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* galben-bronz. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. Opac. În secțiuni lustruite culoarea este crem-auriu. Izotrop, slab anizotrop. R pentru verde 28%, oranj 25,5%, roșu 25,5%.

Ocurență. Apare în zonele de oxidație, asociat cu malachit, azurit, atacamit. Se întîlnește: în sudul Australiei la Burra (mine de cupru); în Zair la Kakontwe și Sufundu; în S.U.A. în minele de Mercur din statul Utah; în Siberia la Lebedinoe, Aldan.

GERMANIT $Cu_3(Ge, Fe)S_4$

Sistemul de cristalizare: cubic, $\bar{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10,48$ Å; conține $(Cu, Ge, Fe, Zn, Ga)_4$ $(S, As)_4$.

Habitus: apare foarte rar sub formă de cristale, de obicei microgranular. *Clivaj:* absent. $H=3$. $G=4,46-4,59$. *Culoare:* cenușiu cu tonuri roșii. *Luciu:* metalic. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. În secțiuni lustruite culoarea este roz-brun-deschis pînă la cenușiu-purpuriu. R în aer pentru verde 22%, oranj 21,5%, roșu 21,5%, iar în imersie pentru verde 10,5%, oranj 13%, roșu 11%. Este izotrop; pe marginea granulelor se observă colorații galben-strălucitoare.

Chimism. În compoziția chimică se identifică, alături de Ge și Cu, conținuturi de Fe, Zn, Ga, As, de unde și formula teoretică : (Cu, Ge, Fe, Zn, Ga) (S, As), cu valori aproximativ pentru Cu: (Ge+Fe+Zn+Ga)=3 : 1.

Ocurență. Apare în zăcăminte alături de tennantit, blendă și uneori calcozină. Se găsește în zăcămîntul Tsumeb din Namibia.

COLUSIT $Cu_3(As, Sn, V, Fe, Te)S_4$

Sistemul de cristalizare: cubic, $\bar{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10,60$ Å; conține $Cu_{24}(As, Sn, V, Fe, Te)_8S_{32}$.

Habitus: cristale tetraedrice. Forme principale: d (001), e (012), o (111), n (112). Frecvente mase masive. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată. $H=3-4$. $G=4,43-4,50$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* de bronz. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. Opac. În secțiuni lustruite culoarea este crem. Izotrop.

Ocurență. Apare în zăcăminte hidrotermale, asociat cu pirită, minerale de cupru, enargit, tetraedrit, calcozină, bornit. Se întîlnește la Butte — Montana și San Juan County — Colorado, S.U.A. și la Kutosan în Japonia.

B. Grupa enargitului

FAMATINIT Cu_3SbS_4

Sistemul de cristalizare: rombic?

Dimensiunea celulei elementare: asemănătoare enargitului. Tipul structural adamantin-blendă. Conține $Cu_3(Sb, As)S_4$, iar As substituie Sb.

Habitus: cruste, foarte rar cristale, mase granulare masive, mase reniforme. *Macle:* polisintetice, vizibile în secțiuni lustruite. *Spărtură:* neregulată. $H=3^1/_2$. $G=4{,}52$. *Culoare:* alb-cenușiu și roșu de cupru.

Proprietăți optice. Culoarea variază de la crem spre alb; slab anizotrop; R pentru verde 25–26%, oranj 23,5%, roșu 25%.

Chimism. Reprezintă varietatea de enargit cu stibiu (conține deseori 6% Sb); în natură formează o serie izomorfă cu enargitul.

Ocurență. Apare în filoane hidrotermale asociat cu pirită și enargit. Se întîlnește: în Argentina la Sierra de Famatina; în Peru la Cerro de Pasco; în apropiere de Santiago de Chile; în S.U.A. la Goldfield — Nevada; în Ungaria la Matrabánya; în Namibia la Tsumeb.

ENARGIT Cu_3AsS_4

Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2.

Relația axială: a : b : c=0,8713 : 1 : 0,8277.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6{,}47$; $b_0=7{,}44$; $c_0=6{,}19$ Å; conține $Cu_6As_2S_8$. Z=2.

Habitus: tabular (001), uneori prismatic [001]. Zona de prismă prezintă striuri [001]; (001)||(010). Cristale columnare, frecvent mase granulare, compacte. *Macle:* plan de maclă (320). *Clivaj:* (110) perfect, (100) și (010) slab, (001) imperfect. *Spărtură:* neregulată. $H=3{,}5$. $G=4{,}45$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* neagră, cenușie, negru de fier. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice: Culoarea în lumină reflectată este cenușiu-deschis cu nuanțe roz-brune. R variază în funcție de direcție. În aer, $R\alpha$ pentru verde 24,28%, oranj 23,11%, roșu 22,25%, R_β pentru verde 26,16%, oranj 24,74%, roșu 23,30%, $R\gamma$ pentru verde 28,50%, oranj 25,99%, roșu 24,66%; în imersie $R\alpha$ pentru verde 13,28%, oranj 11,94%, roșu 11,08%, R_β pentru verde 13,43%, oranj 12,44%, roșu 11,30%, $R\gamma$ pentru verde 13,15%, oranj 13,43%, roșu 13,28%. Bireflexia este slabă în aer, mai vizibilă la marginea granulelor, iar în imersie este foarte clară. Prezintă anizotropie clară; culorile de anizotropie sînt în tonuri de violet-roșietic sau oliv-deschis-verzui. Reflexe interne în roșu-închis.

Tabelul 39

Analize chimice

	1	2	3	4
Cu	48,42	47,96	48,67	48,16
Fe	—	1,22	0,33	0,14
Zn	—	0,57	0,10	urme
Sb	—	—	1,76	1,93
As	19,02	18,16	17,91	17,53
S	32,56	32,21	31,41	32,34
Rez.	—	—	0,11	0,08
Total	100,00	100,12	100,32	100,18

1 — Cu_3AsS_4; 2 — Cerro Blanco (Chile); 3 — Butte (Montana), Rez.=0,11% insolubil; 4 — Lahoczaberg (Ungaria).

Chimism. Sb apare permanent în pozițiile As în conținuturi pînă la 6%, iar Fe în conținuturi de 3% (unele analize indică Fe pînă la 14% și Zn pînă la 8%).

Ocurență. Se formează prin procese hidrotermale. Apare în mineralizații de cupru în filoane, asociat cu minerale din grupa tetraedritului, cu galena, pirita etc. Sînt cunoscute pseudomorfoze de tennantit după enargit denumite „enargit verde". Prin oxidare în zonele de alterare, pe seama enargitului se formează malachit, azurit, olivenit și alte minerale secundare.

În România apare în unele mineralizații hidrotermale din provincia magmatică neogenă (Deva, Hondol, Crăciunești, Bucuresci, Bucium) și în provincia laramică la Sasca Montană.

Se găsește în parageneză cu calcozină, pirită, bornit, tennantit etc. în: R. P. Ungară la Heves; în Austria la Brixlegg; în R. S. F. Iugoslavia la Bor; în S.U.A. în statele Montana, Utah, Arizona, Colorado; în Peru la Cerro de Pasco; în Chile la Guanco și Chuquicamata; în Argentina la Famatina.

SAMSONIT $Ag_4MnSb_2S_6$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,2782 : 1 : 0,8198; β=92°41′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=10,29; b_0=8,05; c_0=6,61 Å; conține $Ag_8Mn_2Sb_4S_{12}$.

Habitus: prismatic [001]. Forme principale: b (010), a (100), m (110), l (210), f (103), d (101), e ($\bar{1}01$), g ($\bar{3}01$), p (111). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* concoidală. *H*=2½. *G*=5,51. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru-strălucitor. *Urmă:* roșu-închis.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este brun spre roșu, iar în lumină reflectată este alb-albăstrui. Ușor anizotrop. Bireflexie slabă. Reflexe interne în tonuri de roșu. *R* pentru verde 32,5%, oranj 23,5%, roșu 23%.

Ocurență. Se întîlnește în filoane hidrotermale în parageneză cu pirargirit, galenă, discrazit, tetraedrit, pirolusit, cuarț, calcit etc. În R. S. România apare în mineralizațiile neogene de la Baia Sprie.

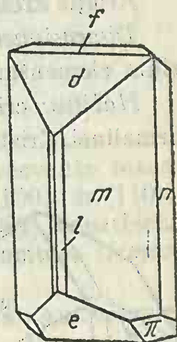


Fig. 34. Cristal de samsonit: f(103); d(101); m(110); n(120); π($\bar{1}11$); e($\bar{1}01$); l(210).

GEOCRONIT $Pb_5(Sb, As)_2S_8$

Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2.

Relația axială: a : b : c=0,5028 : 1 : 0,5805.

Dimensiunea celulei elementare. După valorile constantelor este asemănător cu jordanitul.

Habitus: rar sub formă de cristale; tabular (001), mai frecvent mase granulare masive, mase cu structură fibroasă. *Macle:* (110). *Clivaj:* (011) imperfect, (112) slab. *Spărtură:* neregulată. *H*=2½. *G*=6,4–6,51. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, strălucitor, cenușiu-albăstrui.

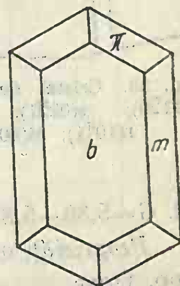


Fig. 35. Cristal de geocronit: b(010); m($\bar{1}10$); π(121).

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată culoarea este albă. Anizotropie moderată. Bireflexie slabă, vizibilă în special în zonele cu macle lamelare (011). R pentru verde 37%, pentru oranj 30,5%, pentru roșu 29,5%.

Chimism. Formula teoretică stabilită este: $Pb_5(Sb, As)_2S_8$; varietatea unde raportul Sb : As este aproape 1 : 1, poartă denumirea *schulzit*. În unele cazuri Pb este substituit în cantități mici, îndeosebi prin Cu.

Ocurență. Apare în filoane hidrotermale, ca noduli în galenă, în parageneză cu baritina, fluorina, cuarțul, ca minerale de gangă, și cu pirita și tetraedritul, ca sulfuri și sulfosăruri mai importante. Se întîlnește în Suedia la Falun și Björkskogsnäs Örebro (schulzit); în Islanda la Kilbricken; în Spania la Meredo; în Italia la Pietrasanta, Val de Castello; în S.U.A. la Tintic (statul Utah), în mina Tinder (statul Virginia), în California în districtul Prescott.

GRATONIT $Pb_9As_4S_{15}$

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 m.

Relația axială: a : c = 1; 0,4428; $\alpha = 114°03^1/_2'$; $\lambda = 46°26^1/_2'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 17,73$, $c_0 = 7,85$ Å; conține $Pb_9As_4S_{15}$; celula elementară romboedru.

Habitus: cristalele indică numeroase fețe cu un traht apropiat de cel al turmalinei. Cristale prismatice după [0001] sau (11$\bar{2}$0) cînd domină fața (02$\bar{2}$1). Frecvente mase compacte. *Clivaj:* absent. $H = 2$. $G = 6,22$. *Culoare:* cenușiu de plumb. *Urmă:* neagră, strălucitoare. *Luciu:* metalic.

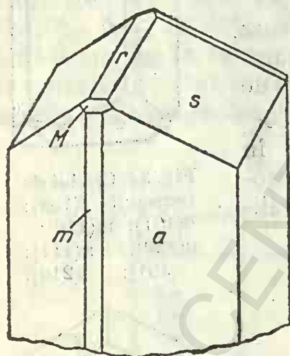


Fig. 36. Cristal de gratonit: a(11$\bar{2}$0); s(02$\bar{2}$1); m(10$\bar{1}$0); r(10$\bar{1}$1); M(40$\bar{4}$1).

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată este colorat în alb-cenușiu. Slab anizotrop.

Ocurență. Apare în filoane, asociat piritei, enargitului, realgarului, tetraedritului. Se întîlnește în minele Cerro de Pasco, Excelsior (Peru) și în mineralizațiile neogene de la Băile Borșa (R. S. România).

LENGENBACHIT $Pb_6(Ag, Cu)_2As_4S_{13}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Habitus: cristale alungite, fețele larg dezvoltate cu striațiuni. *Clivaj:* || cu fața de alungire; foițele de clivaj flexibile dar nu elastice. Maleabil. $G = 5,80 - 5,85$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. În secțiune lustruită este cenușiu-deschis. Ușor anizotrop. Opac.

Ocurență. Apare în filoane hidrotermale, îndeosebi asociat jordanitului și piritei. Se întîlnește la Lengenbach și Binnenthal, Valais, în Elveția.

JORDANIT $Pb_{14}As_7S_{24}$?

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,2794 : 1 : 0,2655; β=117°47'.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,91; b_0=31,71; c_0=8,42 Å; conține $Pb_{27}As_{14}S_{48}$. Z=1.

Habitus: tabular, cu dezvoltarea c (001), a (100), s (101), pseudohexagonal. Rar mase uniforme. Forme principale: i ($\bar{1}21$), l ($\bar{1}31$), n ($\bar{1}41$), t ($\bar{1}61$). *Macle:* (001), comune, lamelare, ($\bar{2}01$) comune, ($\bar{1}01$) rare, (101) foarte rare. De asemenea după (001) în direcția ($\bar{1}0\bar{1}$) și după (100) în direcția (101). *Clivaj:* (010) aproape perfect, (001) potrivit. *Spărtură:* concoidală. *H*=3. *G*=6,4. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. In lumina reflectată are anizotropie și bireflexie moderată. *R* pentru verde 39%, oranj 32,5%, roșu 29,5%.

Ocurență. Apare în filoane hidrotermale, asociat sulfosărurilor, îndeosebi tennantitului, precum și sulfurilor comune, mai frecvent blendei. În România se întîlnește în mineralizațiile legate de magmatismul neogen la Săcărîmb. Apare în Elveția la Binnenthal; în Japonia la Mutsu și la Yunosawe (reniformit), în S.U.A. la Zuny Mine (Nevada).

LILLIANIT $Pb_3Bi_2S_6$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială: a : b : c=0,8002 : 1 : 0,5433.

Habitus: rar sub formă de cristale, prisme [001]. Mai frecvente mase granulare sau radiar-fibroase. Forme principale: b (010), a (100), m (110), l (320), n (210), e (011). *Clivaj:* (100) foarte bun, (010) slab, (001) imperfect. *H*=2–3. *G*=7,0–7,2. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. În secțiuni lustruite culoarea este albă. Anizotropie clară. Bireflexie bună. *R* pentru verde 51,5%, oranj 45%, roșu 43,5%.

Chimism. Pozițiile Bi sînt substituite uneori prin Sb. Conține Ag.

Ocurență. Se întîlnește în Suedia la Bodvik, Gladhammar și Vena, în S.U.A. în mina Lillian (Colorado) cu cobaltină, calcopirită și în Finlanda la Jillijärvi.

4. TIPUL A_2BX_3

A. Grupa bournonitului

BOURNONIT $PbCuSbS_3$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,9380 : 1 : 0,8969.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,16; b_0=8,71; c_0=7,81 Å. Z=4; conține $Pb_4Cu_4Sb_4S_{12}$.

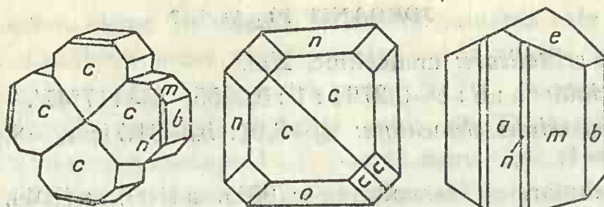


Fig. 37. Cristale de bournonit: c(001); m(110); n(011); a(100); b(010); o(101); e(210).; u (112).

Habitus: frecvent prismatic sau tabular [001]. Agregate subparalele. Fețele de tip (hko) cu striațiuni pe [001] (h01), cu striațiuni după [010] și (100) cu luciu și striațiuni după [010], (010) cu luciu. Adesea mase granulare compacte. Forme principale : c (001), b (010), a (100), f (120), m (110), e (210), n (011), x (102), h (203), o (101), z (201), u (112), s (212). *Macle:* (110) prin juxtapunere sau prin pătrundere în formă de cruce. *Clivaj:* (010) imperfect, (100) și (010) aproape bun. *Spărtură:* subconcoidală sau neregulată. $H=3$. $G=5,70$. *Luciu:* metalic strălucitor. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, cenușiu de plumb sau negru de fier. *Urmă:* neagră de fier, cenușie.

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată culoarea este albă cu slabe tente albăstrui-verzui. *R* în aer pentru verde 33,5%, oranj 30%, roșu 29%, iar în imersie pentru verde 19,5%, oranj 18%, roșu 17%. Bireflexie foarte scăzută, vizibilă la marginea granulelor sau zonelor cu macle; în imersie mai clară. Anizotropie slabă; în imersie se distinge mai bine. În infraroșu aproape transparent, $2V=52°$.

Chimism. Sb poate fi substituit de As în limitele raportului Sb : As= =4 : 1. Caracteristică este prezența ca elemente minore a Ag, Fe, Zn, Mn și Ni, frecvent determinate în compoziția chimică. Varietatea cu raportul Sb : As=4 : 1 este considerată arseniferă.

Tabelul 40

Analize chimice

	1	2	3	4
Pb	42,40	43,62	39,37	43,85
Fe	—	0,74	0,31	0,51
Ag	—	—	1,69	—
Zn	—	—	0,09	0,20
Cu	13,01	12,95	13,52	12,87
Sb	24,91	22,22	24,74	18,42
As	—	0,03	—	3,18
S	19,68	20,40	19,94	20,22
Rez.	—	0,38	—	0,26
Total	100,00	100,34	99,54	99,51

1 - $PbCuSbS_3$; 2 — Trepča (R. S. F. Iugoslavia). Rez. Mn=0,38%, Ni — urme; 3 — Příbram (R. S. Cehoslovacă); 4 — Săcărîmb (R. S. România). Rez. Mn=0,26%.

Ocurență. Se formează aproape exclusiv prin procese hidrotermale. În zonele de oxidare conduce, prin transformare, la asociații de malachit, azurit, ceruzit și oxid de stibiu. Temperatura de formare din soluțiile hidrotermale este moderată și apare în parageneză cu galenă, tetraedrit, blendă, calcopirită, pirită; în condiții de temperatură joasă se asociază cu stibină, rodocrozit și baritină.

În R. S. România se întîlnește în zăcămintele metamorfozate din șisturi cristaline (Băile Borșa, Crucea), în mineralizații legate de magmatismul mezozoic (Gemenea), aproape exclusiv în filoanele hidrotermale neogene (Ilba, Dealu Crucii, Baia Sprie, Cavnic, Băile Borșa, Rodna, Săcărîmb, Hondol, Hărțăgani, Ruda-Barza, Stănija, Baia de Arieș).

În R. F. Germania apare în Munții Harz la Andreasberg și Clausthal; în R. S. Cehoslovacă la Příbram; în Italia la Torino, Lucca și în Sicilia; în Spania la Sierra Almagrera, în Andaluzia, și în Guadalajara; în Franța la Pontgibaud în Puy-de-Dôme și la Corbières în Aveyron; în Peru la Huaras; în Chile în provincia Atacama; în Australia la Broken Hill (New South Wales), la Steiglitz și Ballarat (Victoria); în S.U.A. la Park City (Utah), la Boggs, Big Bug, Yavapai County (Arizona), la Cerro Gordo (California) și la Austin (Nevada).

SELIGMANNIT $PbCuAsS_3$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,9233 : 1 : 0,8734.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,04; b_0=8,66; c_0=7,56 Å; conține $Cu_4Pb_4As_4S_{12}$. Z=4.

Habitus: prisme [001], tabular (001), (110), striațiuni || [001], [1$\bar{1}$0] [1$\bar{1}$1]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), i (130), m (110), e (210), n (011). o (101), u (112). *Macle:* (110). *Clivaj:* (001), (100) și (010), foarte slab. *Spărtură:* concoidală. *H*=3. *G*=5,44. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, negru. *Urmă:* brună, ciocolatie, neagră, roșietică.

Proprietăți optice. Opac. În secțiuni lustruite alb-roz, alb. Anizotropie slabă, vizibilă în zona de macle.

Ocurență. Apare în filoane hidrotermale polimetalice. Este întîlnit în R. S. România în mineralizațiile neogene de la Săcărîmb, Ilba.

În Elveția se găsește la Lengenbach, Binnenthal (Valais); în S.U.A. la Emery (Montana), la Bingham (Utah).

AIKINIT $PbCuBiS_3$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m sau m m 2.

Relația axială: a : b : c=0,9708 : 1 : 0,3436.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=11,32; b_0=11,66; c_0=4,66 Å; conține $Pb_4Cu_4Bi_4S_{12}$. Z=2.

Habitus: se prezintă în cristale aciculare, baccilare îndoite transversal, deseori mase masive. Forme principale: b (010), i (130), f (120), m (110), l (210). *Clivaj:* (010). *H*=2,5. *G*=6,8—7,2. *Spărtură:* neregulată. *Culoare:* cenușiu de plumb, roșu de cupru, verde-gălbui. *Urmă:* neagră, cenușie.

Proprietăți optice. Opac; în lumină reflectată culoarea este alb-crem. Anizotropie clară. Bireflexie || [001] alb-crem ⊥ [001] alb-pur, cenușiu-deschis. *R* pentru verde 44%, oranj 37,5%, roșu 38%.

Chimism-structură. Rețeaua cristalină este diferită de a bournonitului, dar foarte apropiată de a bismutinei, în care 1 atom de Pb înlocuiește un atom de Bi, în timp ce Cu se introduce în spațiile libere ale rețelei.

Ocurență. Apare în filoane aurifere, asociat galenei, cuarțului, piritei etc. Se întîlnește în U.R.S.S. la Berezovsk, în Suedia la Glodhammar; în S.U.A. la St. Louis (Idaho) și Alta (Utah).

În R. S. România a fost descris la Băița — Bihor, asociat cu sulfosăruri de bismut.

DIAFORIT $Pb_2Ag_3Sb_3S_8$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,4953 : 1 : 0,1840.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=15,83; b_0=32,23; c_0=5,89 Å; conține $Pb_{16}Ag_{24}Sb_{24}S_{64}$.

Habitus: prismatic [001], striațiuni [001]. Forme principale: a (100), b (010), c (001), π (130), n (120), m (110), u (021), r (041), e (531). *Macle:* (120), (241). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* subconcoidală sau neregulată. *H*=$2^1/_2$—3. *G*=5,97 (calculat teoretic), 6,04. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor.

Ocurență. Este întîlnit în filoane hidrotermale în R. S. Cehoslovacă la Příbram, asociat blendei, galenei, cuarțului și sideritului; în R. D. Germană la Freiberg; în Mexic la Santa Maria de Catorzee în statul San Luis Potosi; în Columbia la Zancudo.

În România apare în mineralizațiile neogene de la Baia Sprie.

FREIESLEBENIT $Pb_3Ag_5Sb_5S_{12}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,5871 : 1 : 0,4638; β=92°14′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,55; b_0=12,82; c_0=5,89 Å; conține $Pb_3As_5Sb_5S_{12}$. Z=4.

Habitus: prismatic cu striuri [001]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), u (011), r (021). *Macle:* (100). *Clivaj:* (110) imperfect. *Spărtură:* subconcoidală sau neregulată. *H*=2—$2^1/_2$. *G*=6,04—6,23. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-închis-strălucitor, cenușiu de plumb, alb-argintiu.

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată culoarea este albă pînă la cenușiu-deschisă. *R* în aer pentru verde 37,5%, oranj 30,5%, roșu 30%, iar în imersie pentru verde 22,5%, oranj 17,5%, roșu 19%. Bireflexie foarte slabă, mai vizibilă pe marginea granulelor; în imersie mai clară. Prezintă anizotropie clară.

Ocurență. Este rar întîlnit în formațiunile hidrotermale tîrzii, asociat cuarțului, calcitului, baritinei, galenei, argentitului etc. Se întîlnește în R. D. Germană la Freiberg, în R. S. Cehoslovacă la Příbram, în Spania.

În R. S. România apare la Cavnic, legat de mineralizațiile neogene.

5. TIPUL ABX_2 A:B ~ 1:1

A. Grupa boulangeritului

BOULANGERIT $Pb_5Sb_4S_{11}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,920 : 1 : 0,345; β=100°48′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=21,14; b_0=23,46; c_0=8,07 Å. Z=8; conține $Pb_{40}Sb_{32}S_{88}$.

Habitus: cristale prismatice deseori puternic alungite pînă la aciculare cu striațiuni [001]. Mase compacte fibroase. Forme principale a (100), q (130), m (110), n (210), f (031), g (041). *Clivaj:* (100) bun, fibrele flexibile. *H*=$=2^1/_2$—3. *G*=5,8=6,2. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb cu reflexe albăstrui, deseori acoperit de o crustă colorată în galben, rezultatul unui proces de oxidare. *Urmă:* cenușiu-brună, brună.

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată culoarea este cenușiu-albă, cu tente slab albăstrui. *R* în aer pentru verde 38%, oranj 34,5%, roșu 33%; în imersie pentru verde 25,5%, oranj 22%, roșu 19%. Bireflexie slabă, în imersie ceva mai clară. Prezintă anizotropie clară; în imersie se accentuează. Reflexele interne sînt slabe.

Ocurență. Apare în filoane hidrotermale de temperatură medie, asociat sulfosărurilor de plumb, stibinei, galenei, blendei, piritei, arsenopiritei, cuarțului, carbonaților etc.

Se întîlnește în R. S. România în mineralizațiile de vîrstă neogenă de la Băile Borșa.

În R. D. Germană apare în M. Harz; în R. F. Germania la Arnsberg; în R. S. Cehoslovacă la Příbram; în R. S. F. Iugoslavia la Trepča; în Italia la Botino (Toscana); în Suedia la Sale și Boliden; în S.U.A. în California la El Triunfo și San Antonio, în Montana, Colorado, Cleveland; în Peru la Tampillo; în U.R.S.S. în Culmea Nagolnîi (Ucraina), la Nercinsk (M. Ural), în Transbaicalia; în Franța la Molières și Ally.

SCHIRMERIT $PbAg_4Bi_4S_9$

Mase granulare, masive; cristalizează rombic. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată. *H*=2. *G*=6,737. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, negru de fier.

Ocurență. Este descris în filoane hidrotermale la Boulder County și Lake City, S.U.A.

În R. S. România apare în mineralizațiile neogene de la Ilba.

MIARGIRIT $AgSbS_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=2,9945 : 1 : 2,9095; β=98°37′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=13,20; b_0=4,40; c_0=12,86 Å; conține $Ag_8Sb_8S_{16}$. Z=8.

Habitus: frecvent tabular (001), (100), (1̄01), striaţiuni în zonele [010], [01̄1]. Mase granulare masive. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (101), o (1̄01), h (113), t (111), s (211), d (311). *Clivaj:* (010) imperfect, după, (100) şi (101) foarte slab. *Spărtură:* subconcoidală sau neregulată. $H=2^1/_2$. $G=5{,}25$. *Luciu:* metalic, adamantin. *Culoare:* negru de fier, cenuşiu-strălucitor. *Urmă:* roşu de sînge.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă este colorat în tonuri de roşu, indice de refracţie ridicat >2,72 (în Li), birefringenţă ridicată, 2V — mediu. În lumină reflectată, culoare în tonuri de roşu-deschis, bireflexie şi anizotropie ridicate.

Chimism. Deseori Ag este substituit prin Cu, uneori Pb, rar valorile depăşind 1%. As substituie Sb de asemenea în proporţie maximă de 1%. Varietatea bogată în As, denumită *arsen-miargirit*, este probabil o soluţie solidă a compusului similar cu As.

Ocurenţă. Apare în depozite hidrotermale, de temperatură scăzută, asociat sulfosărurilor de argint, galenei, piritei, blendei, calcitei, baritinei şi cuarţului.

În R. S. România apare în filoane hidrotermale în provincia magmatică neogenă la Ilba, Dealu Crucii, Baia Sprie (varietatea bogată în plumb, denumită kenngottit).

În R. D. Germană se găseşte în Saxonia la Freiberg; în R. F. Germania în M. Harz la Andreasberg şi la Clausthal; în R. S. Cehoslovacă la Přibram; în Spania la Guadalajara; în Chile la Tres Puntas, provincia Atacama; în Bolivia la Potosi şi Aullagas; în Mexic la Catorze în San Luis Potosi şi la Sombrerete în statul Zacatecas.

ARAMAYOIT $Ag(Sb, Bi)S_2$

Sistemul de cristalizare: triclinic, 1̄.

Relaţia axială: a : b : c = 0,8753 : 1 : 0,9406; $\alpha=100°22'$; $\beta=90°$; $\gamma=103°54'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7{,}78$; $b_0=8{,}81$; $c_0=8{,}36$ Å; conţine $Ag_6(Sb, Bi)_6S_{12}$.

Habitus: cristale tabulare (010); striaţiuni în zonele [100] şi [001]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), M (11̄0), u (012), v (023), s (1̄2̄1), m (110). *Macle:* [1̄01] şi plan de maclă (1̄01). *Clivaj:* (010) perfect, (100) distinct, (001) slab, (1̄01) imperfect, lamelele friabile, dar neelastice. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier. *Urmă:* neagră. $H=2^1/_2$. $G=5{,}602$.

Ocurenţă. Apare în filoane hidrotermale, asociat piritei, tetraedritului, stanninului, sub formă de agregate granulare, în Bolivia la Animas, mina Chocaya şi în Peru la Cerro de Pasco.

MATILDIT $AgBiS_2$

Sistemul de cristalizare: rombic. La 210° trece în modificaţia cubică.

Relaţia axială: a : b : c = 1,030 : 1 : 0,723.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3{,}94$; $b_0=4{,}08$; $c_0=5{,}70$ Å; conţine $Ag_4Bi_4S_8$; modificaţia cubică $a_0=5{,}65$ Å.

Habitus: rar cristale prismatice cu striaţiuni [001]. Mase granulare masive. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată. $H=2^1/_2$. $G=6{,}90-7{,}20$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier sau cenuşiu. *Urmă:* cenuşiu-închisă.

Proprietăţi optice. Culoarea în lumină reflectată este albă, asemănătoare cu a galenei. $R=44\%$. Bireflexia este vizibilă greu, de regulă pe marginea granulelor. Prezintă anizotropie slabă; în imersie mai clară.

Ocurenţă. Apare în filoane hidrotermale de temperatură moderată, asociat galenei, piritei, calcopiritei, arsenopiritei, blendei şi tetraedritului. Se întîlneşte în asociaţie intimă cu galena, cu care formează dezamestecuri în stare solidă. Se găseşte în Elveţia la Gondo; în Spania la Bustarviejo (nord de Madrid); în Groenlanda la Ivigtut; în Japonia la Nikko, Kuriyamamura şi Totizi; în Bolivia la Colquechaca; în S.U.A. la Lake City, Hinsdale County (Colorado), Mayflower, Boise Basin, Boise County (Idaho); în Peru la Matilda (nord de Morococha). În România, în mineralizaţiile neogene de la Ilba şi Băile Borşa.

SMITHIT $AgAsS_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=2,2206 : 1 : 1,9570; $\beta=101°12'$.

Habitus: tabular (100), cu aspect de piramide hexagonale foarte turtite. Forme principale: c (001), a (100), l (320), h (102), e (101), d ($\bar{1}$01), p (111), q (211), r (311). *Clivaj:* (100) perfect. *Spărtură:* concoidală. $H=1^1/_2-2$. $G=4{,}88$. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roşu-aprins; se schimbă în roşu-portocaliu prin expunere la lumină.

Proprietăţi optice. $\beta=b$, $\gamma \wedge c=6^1/_2$. Pleocroism slab. Indice de refracţie în lumină de sodiu 3,27; $2V\alpha=65°$. Birefringenţă foarte ridicată.

Ocurenţă. Apare în filoane hidrotermale, asociat cu diferite sulfosăruri cu arsen, blendă, pirită, realgar, auripigment, în Elveţia la Binnenthal (Valais).

B. Grupa calcostibitului

CALCOSTIBIT $CuSbS_2$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,4153 : 1 : 0,2606.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6{,}02$; $b_0=3{,}79$; $c_0=14{,}49$ Å; conţine $Cu_4Sb_4S_8$. Z=4.

Habitus: tabular (001) sau prismatic (010), striaţiuni [001], mase compacte, masive. Forme principale: c (001), b (010), o (100), h (130), d (120), m (110), u (011), t (031), l (101). *Macle:* (104). *Clivaj:* (010) perfect, (001) şi (100) slab. *Spărtură:* subconcoidală. $H=3{,}5$. $G=4{,}8-5$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu de fier, de plumb, reflexe albastre sau verzi.

Proprietăţi optice. Opac. În lumină reflectată este anizotrop. *R* pentru verde 42%, oranj 35%, roşu 34%.

Ocurenţă. Se întîlneşte în filoane hidrotermale în M. Harz, în Spania la Grenada, în Bolivia la Oruro, în Maroc la Rar el Anz.

EMPLECTIT $CuBiS_2$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a:b:c=0,4223 : 1 : 0,2698.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=6,125; b_0=3,89; c_0=14,512 Å; conține $Cu_4Bi_4S_8$. Z=4.
Habitus: prismatic [001], cu fețe striate după axa „c" ca direcție de alungire. Adesea în mase compacte. Forme principale: c (001), b (010), a (100), k (011), l (021), d (031), s (051), h (201), u (111). *Macle:* macle prin alipire. *Clivaj:* (010) perfect, (001) slab. *Spărtură:* concoidală sau neregulată. *H*=2. *G*=6,38. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu, alb de staniu.
Proprietăți optice. În lumină reflectată este alb-gălbui-deschis; în raport cu bismutina culoarea este mai mată și mai galbenă. *R* în aer pentru verde 37,5%, oranj 35%, roșu 35%; în imersie pentru verde 25%, oranj 22,5%, roșu 22%. Bireflexie slabă, mai clară la marginea granulelor. Anizotropie clară; culorile de anizotropie în tonuri variabile.
Chimism. Bi poate fi înlocuit prin Sb. Este izotip cu calcostibitul. Conține: Cu 18,80%, Bi 61,95%, S 19,16% (total 99,91%).
Ocurență. Este un mineral rar, întîlnit în filoane hidrotermale. În România apare în skarnele legate de magmatismul banatitic (Băița — Bihor) și în filoanele din provincia magmatică neogenă (Cavnic, Ruda Barza). În R. D. Germană este întîlnit la Schreckenberg și Annaberg; în Peru la Cerro de Pasco; în Chile la Cerro Blanco în apropiere de Capiapo.

LORANDIT $TlAsS_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m; β=104°12′.
Relația axială a : b : c=1,0873 : 1 : 0,5390; β=104°12′.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=12,27; b_0=11,33; c_0=6,11 Å; conține $Tl_8As_8S_{16}$. Z=8.
Habitus: prismatic (110), striațiuni [001] sau (2̄01), (201), tabular (201). Cristale îndoite (010). Forme principale: m (110), q (210), p (001), c (201), A (2̄01), s (1̄11). *Clivaj:* (100) perfect, (2̄01) foarte bun, (001) bun. Foițe flexibile. *H*=2—$2^1/_2$. *G*=5,53. *Luciu:* metalic, adamantin. *Culoare:* roșu-carmin, cenușiu de plumb; pe suprafețe reflexe galbene. *Urmă:* roșu de sînge.
Proprietăți optice. În lumină transmisă cristalele sînt colorate în roșu; orientare $\alpha \perp (100)$, $\gamma = b$; pleocroism de la roșu-purpuriu la roșu-portocaliu, alungirea (+); indicele de refracție în Li>2,72; birefringență ridicată, 2V= mare. În lumină reflectată este colorat în alb-cenușiu; bireflexia și anizotropia ridicate; reflexe interne puternice. *R* pentru verde 24,5%, oranj 23%, roșu 20%.
Ocurență. Este întîlnit în filoane hidrotermale în Grecia la Allchar, asociat cu auripigment, realgar, baritină și în S.U.A. la mina Rambler (statul Wyoming).

TEALIT $PbSnS_2$

Sinom: *herzenbergit.*
Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,971 : 1 : 2,670.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4{,}05$; $b_0=4{,}29$; $c_0=11{,}35$ Å; conține $Pb_2Sn_2S_4$. Z=2.

Habitus: tabular (001), fețele laterale cu striațiuni. Frecvent mase compacte masive, agregate granulare, foioase. Forme principale: c (001), d (102), e (101), p (111). *Macle:* polisintetice obținute la lustruire. *Clivaj:* (001) perfect. Foile flexibile dar nu elastice. $H=1^1/_2$; lasă urmă pe hîrtie. $G=6{,}37$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru-cenușiu. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată este colorat în alb. Ușor anizotrop. Bireflexie accentuată, de la alb la auriu. *R* pentru verde 41%, oranj 38,5%, roșu 36%.

Chimism. Ca elemente minore se semnalează Bi, precum și Fe, în general, în proporții de la 0,2–0,3%. Prin alterare trece în casiterit și galenă.

Ocurență. Apare în filoane, asociat wurtzitului, blendei, galenei, casiteritului și piritei. Se întîlnește în Bolivia în minele El Salvador și Santa Rosa; în U.R.S.S., în estul Siberiei; în R. D. Germană în mina Himmelsfürst (Freiberg).

6. TIPUL $A_2B_2X_5$ $A:B \sim 1:1$

COSALIT $Pb_2Bi_2S_5$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,800 : 1 : 0,170.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=19{,}07$; $b_0=23{,}86$; $c_0=4{,}06$ Å; conține $(Pb, Cu)_{16}Bi_{16}S_{40}$ unde Pb : Cu=14 : 2. Z=8.

Habitus: prismatic [001], frecvente alungiri după axul „c" pînă la forme capilare. Mase masive, prismatice, fibroase, agregate granulare. Forme principale: c (001), b (010), a (100), n (130), e (120), r (230), m (110), u (320), i (032). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată. $H=2^1/_2-3$. $G=6{,}76$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată este alb. Bireflexie și anizotropie relativ ridicate.

Chimism. Pb poate fi substituit prin Cu, Ag, Fe, conținuturile nedepășind 2%.

Ocurență. Apare în filoane hidrotermale, în mineralizațiile pirometasomatice-hipotermale legate de magmatismul banatitic (Dognecea, Ocna de Fier, Băița — Bihor).

Se întîlnește în Suedia la Bjelke (varietatea *bjelkit*); în Mexic în Cosala; în Canada la Cobalt.

KOBELLIT $Pb_2(Bi, Sb)_2S_5$

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=22{,}60$; $b_0=34{,}08$; $c_0=4{,}02$ Å.

Habitus: masiv, fibros sau radiar, uneori agregate granulare. *Clivaj:* prismatic. $H=2^1/_2-3$. $G=6{,}334$. *Culoare:* cenușiu de plumb, cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. În lumină reflectată este alb. Bireflexie și anizotropie clare.

Chimism. Este asemănător cosalitului, o parte din Bi fiind substituit de Sb în raportul Bi : Sb=2 : 1; Pb poate fi înlocuit de Cu și Ag.

Ocurență. Apare în filoane hidrotermale, în Suedia la mina Vena în apropiere de Askersund; în S.U.A. la Ouray (Colorado); în Mexic la San José, în apropiere de San Rafael, și în Sierra de Tapalpa (statul Jalisco).

FRANCKEIT $Pb_5Sn_3Sb_2S_{14}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, pseudotetragonal.

Relația axială: a : b : c=0,5811 : 1 : 0,5531.

Habitus: tabular (010), cristale alungite [100], striațiuni (010), [001]. Mase masive, radiare, agregate granulare, foioase. *Clivaj:* (010) perfect, lamelele flexibile, dar nu elastice; maleabil. $H=2^1/_2-3$. $G=5{,}90$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru-cenușiu. *Urmă:* neagră-cenușie.

Proprietăți optice. În lumină reflectată este alb-cenușiu. Bireflexie și anizotropie puternice. R pentru verde 37,5%, oranj 32,5%, roșu 31%.

Chimism. Conține frecvent cantități apreciabile de Fe și Zn, considerate deseori ca impurități mecanice, la care se adaugă ca elemente urmă Ge, Cu, Ag și Bi.

Ocurență. În filoane hidrotermale apare în Bolivia în zăcămintele stanifere din Chocaya, la Poopo și Los Animas, asociat casiteritului, blendei, galenei, piritei. La Oruro este asociat cu casiterit, plagionit și zinkenit.

FIZELYIT $Pb_5Ag_2Sb_8S_{18}$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13{,}14$; $b_0=19{,}23$; $c_0=2\times4{,}36$ Å. Z=2.

Habitus: cristale prismatice. *Clivaj:* (010). $H=2$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, cenușiu-strălucitor. *Urmă:* cenușiu-închis.

Ocurență. Apare în R. S. România în filoane hidrotermale, în provincia neogenă, la Herja, unde a fost descris pentru prima dată, apoi la Baia Sprie, asociat cu semseyt, galenă, pirită, blendă, pirotină etc.

RAMDOHRIT $Pb_3Ag_2Sb_6S_{13}$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Cristale prismatice, uneori cu forme ascuțite.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=12{,}99$; $b_0=19{,}21$; $c_0=6\times4{,}29$ Å. Z=3.

$H=2$. $G=5{,}43$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-închis. *Urmă:* cenușie, neagră.

Proprietăți optice. Opac. În secțiune lustruită este alb. Bireflexie și anizotropie moderate, mai evidente în zonele lamelare. Foarte slab pleocroism.

Ocurență. Apare în filoane hidrotermale, în asociație cu pirită, cuarț, stanin, tetraedrit, blendă±casiterit, în Bolivia la Chocaya (departamentul Potosi).

JAMESONIT $Pb_4FeSb_6S_{14}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,8316 : 1 : 0,2130; β=91°24′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=15,57; b_0=18,98; c_0=4,03Å; conține $Pb_8Fe_2Sb_{12}S_{28}$. Z=2.

Habitus: acicular, fibros [001], striațiuni ||[001], cristale grupate paralel sau radiare, mase baccilare sau compacte. Forme principale: a (100), b (010), c (001), n (120), m (110), l (210), f (011), e (021), t(111), o (221), r ($\bar{1}$11), s ($\bar{2}$31). *Macle:* (100). *Clivaj:* (001) bun; (010) și (120) slab. *H*=$2^1/_2$. *G*=5,63. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-negru. *Urmă:* neagră, cenușie.

Proprietăți optice. Opac. În secțiune lustruită, culoarea este albă. *R* în aer pentru verde 39%, oranj 32%, roșu 29,5%; în imersie pentru verde 24%, oranj 20%, roșu 17%. Bireflexie puțin vizibilă; în imersie mai clară. Anizotropie puternică.

Chimism. Analizele chimice indică Pb=50,8%, Sb=29,5%, S=19,7%. Mai conține Fe în cantități variabile, Cu, Ag, Zn. Varietatea neferiferă se numește *plumozit.* Sub numele de plumozit s-au descris și varietăți de plagionit sau boulangerit care se prezintă sub formă de pîslă formată din cristale foarte fine.

Ocurență. Apare în filoane hidrotermale de plumb și zinc, de temperatură medie și scăzută, însoțit de blendă, pirită, galenă, tetraedrit, boulangerit, sulfosăruri de plumb și carbonați.

În R. S. România este întîlnit în provincia laramică la Sasca Montană și în zăcăminte hidrotermale legate de magmatismul neogen la Ilba, Săsar, Herja, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Băile Borșa, Rodna, Săcărîmb, Hondol, Ruda Barza, Zlatna.

În R. D. Germană se găsește la Freiberg; în Bolivia la Cerro de Ubina (Potosi); în Argentina la Los Angulos; în Anglia în Cornwall, la Endellion; în R. S. Cehoslovacă la Příbram; în R. S. F. Iugoslavia în muntele Avala (Serbia); în Spania la Valencia d'Alcantara; în Suedia la Sala; în S.U.A. la Sevier County (Arkansas) și la Slate Creek (Idaho); în Canada la Fredericton (Ontario).

7. TIPUL $A_2B_3X_6$ $A+B:X\sim5:6$

A. Grupa andoritului

ANDORIT $PbAgSb_3S_6$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,6771 : 1 : 0,4458.

Habitus: cristale prismatice cu numeroase fețe striate [001]; cristale tabulare (100), mase compacte masive. Forme principale: c (001), b (010), a (100), k (120), l (230), m (110), n (210), x (011), f (101), p (111). *Macle:* (110). *Clivaj:* lipsește. *Spărtură:* concoidală. *H*=3—$3^1/_2$. *G*=5,53. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată este alb. Anizotropie clară. *R* pentru verde 31,5%, oranj 27,5%, roșu 25,5%.

Ocurență. A fost descris prima oară în România în zăcămîntul Dealul Crucii unde apare în filoane hidrotermale asociate vulcanismului neogen în parageneză cu stibină. A mai fost descris și la Baia Sprie asociat cu tetraedrit, blendă și cuarț.

Se citează în Bolivia la Itos, Oruro, Santa Rita (Potosi); în S.U.A. la Nye County, asociat cu blendă, pirargirit, stefanit, rodocrozit și cuarț.

B. Grupa plagionitului

Mineralele din această grupă sînt morfotropice. Celula elementară a plagionitului și semseytului au „a" și „b" aproape constante, în timp ce „c" se modifică în funcție de variațiile în chimism. Asemănarea din punct de vedere structural aduce aspecte cristalografice similare, forme prismatice, tabulare, deseori alungiri puternice pînă la aspecte fibroase, aciculare, cu clivaj de regulă după (112), cu excepția fülöppitulului.

FÜLÖPPIT $Pb_3Sb_8S_{15}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,1184 : 1 : 1,4085; β=94°49′.

Habitus: uneori prismatic cu fețe terminale piramidale [201], striuri $(\bar{1}12)$ || [110], (100) || $[0\bar{1}0]$. Rar cristale tabulare (001). Forme principale: c (001), a (100), d $(\bar{1}02)$, e (114), p (112), t $(\bar{1}13)$, o $(\bar{1}12)$, s $(\bar{1}11)$. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată. *H*=$2^1/_2$. *G*=5,23. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, reflexe albastre, strălucitoare. *Urmă:* cenușie, roșcată.

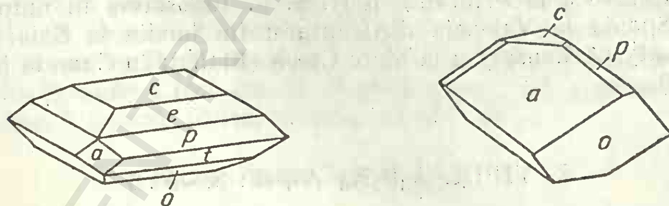


Fig. 38. Cristale de fülöppit: a(100); c(001); e(114); p(112); t$(\bar{1}13)$; o$(\bar{1}12)$.

Ocurență. A fost descris prima oară în R. S. România în filoanele hidrotermale neogene de la Dealul Crucii (Baia Mare), asociat blendei, dolomitului și zinkenitului. Apare de asemenea la Săcărîmb.

PLAGIONIT $Pb_5Sb_8S_{17}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,1318 : 1 : 1,6878; β=107°13′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=13,4; b_0=11,9; c_0=19,77 Å; conține $Pb_{20}Sb_{32}S_{68}$.

Habitus: tabular (001), uneori prismatic (20$\bar{1}$), striuri [$\bar{1}$10]. De asemenea, mase granulare, compacte. *Clivaj:* (112) bun. *Spărtură:* concoidală. $H=2^1/_2$. $G=5,56$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu de plumb, negru. *Urmă:* neagră.

Proprietăţi optice. Opac. În lumină reflectată este slab anizotrop. *R* pentru verde 33%, oranj 29%, roşu 27,5%.

Ocurenţă. Apare în filoane hidrotermale, asociat sulfosărurilor de Pb, şi Sb, în R. F. Germania la Arnsberg. La Leyraux Cantal — Franţa şi la Oruro — Bolivia este asociat cu casiterit, franckeit şi pirită.

HETEROMORFIT $Pb_7Sb_8S_{19}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Habitus: cristale alungite cu feţe piramidale terminale. Striuri || [110], aranjament paralel al cristalelor; forme principale a (001), c (001), p (112), e (114), n (111). *Clivaj:* (112) bun. *Spărtură:* neregulată. $H=2^1/_2-3$. $G=5,73$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier. *Urmă:* neagră.

Ocurenţă. Se întîlneşte în R. F. Germania la Arnsberg.

SEMSEYIT $Pb_9Sb_8S_{21}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=1,1356 : 1 : 2,0436; $\beta=105°46'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13,48$; $b_0=11,87$; $c_0=24,48$ Å; conţine $Pb_{36}Sb_{32}S_{84}$.

Habitus: cristale tabulare (001), uneori prismatice [010], asemănătoare plagionitului şi heteromorfitului. Agregate granulare, fibroase, mase compacte. Forme principale: c (001), a (100), g (101), e (114), n (112), k ($\bar{1}$12), x (111). *Clivaj:* (112) perfect. $H=2^1/_2$. $G=6,08$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu sau negru. *Urmă:* neagră.

Proprietăţi optice. Opac. În lumină reflectată culoarea este albă, cu tente slab verzui. În aer $R\alpha \perp$ (001), pentru verde 41,13%, oranj 35,63%, roşu 32,80%. $R_\beta \perp$ (001), pentru verde 42,01%, oranj 36,44%, roşu 33,25%. În imersie $R\alpha$ pentru verde 26,72%, oranj 24,56%, roşu 22,46%; R_β pentru verde 27,67%, oranj 25,08%, roşu 22,92%. Bireflexie vizibilă în imersie. Anizotropia este puternică.

Ocurenţă A fost descris prima oară în România la Herja. Se găseşte în filoane hidrotermale, asociat galenei, blendei, jamesonitului, freieslebenitului, bournonitului, calcopiritei, în zăcămintele hidrotermale de Pb şi Zn, legate de magmatismul neogen, la Ilba, Dealu Crucii, Herja, Baia Sprie, Cavnic, Rodna, Băile Borşa. În R. D. Germană la Wolfsberg şi în Bolivia la Oruro.

8. TIPUL AB_2X_4 A : B ~ 1 : 2

HUTCHINSONIT $(Pb, Tl)_2(Cu, Ag)As_5S_{10}$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relaţia axială: a : b : c=0,6119 : 1 : 0,4619.

Habitus: prismatic pînă la acicular [001]. Domină prisma (410). Forme principale: c (001), b (010), a (100), l (470), k (230), i (450), h (430), m (110),

g (410), p (111), r (212). *Clivaj:* (010) bun. *Spărtură:* concoidală. $H=1^1/_2-2$. $G=4,6$. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roşu de sînge. *Urmă:* roşu-închis.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă, orientarea $\alpha=a$, $\beta=b$ şi $\gamma=c$. Indicii de refracţie variază: pentru $\lambda=589_{(Na)}-\alpha=3{,}078$, $\beta=3{,}176$, $\gamma=3{,}188$; pentru $\lambda=656_{(c)}-\alpha=2{,}779$, $\beta=3{,}063$, $\gamma=3{,}073$, $2V_{\alpha(Na)}=37°24'$; $2V_{\alpha(c)}=19°44'$. În lumină reflectată este colorat în roşu-carmin, reflexe interne se observă la marginea granulelor, prezintă anizotropie puternică, iar R pentru oranj 29%.

Ocurenţă. Se găseşte în filoane hidrotermale, asociat blendei, galenei, piritei, realgarului, auripigmentului, în Elveţia la Binnenthal (Valais).

REZBANYIT $Pb_3Cu_2Bi_{10}S_{19}$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11{,}32$; $b_0=11{,}66$; $c_0=4{,}01$ Å. $Z=2$.

Habitus: forme aciculare, mase granulare masive, compacte. *Clivaj:* foarte slab. *Spărtură:* neregulată. $H=2^1/_2$. $G=6{,}8-7{,}2$. *Culoare:* cenuşiu de plumb, cenuşiu de oţel. *Urmă:* neagră.

Proprietăţi optice. Opac. În lumină reflectată culoarea este albă. Anizotropie puternică.

Ocurenţă. A fost descris prima oară în R. S. România la Ocna de Fier în mineralizaţii pirometasomatice, legate de magmatismul banatitic, asociat cu calcopirită, calcit, cuarţ. Mai apare la Băiţa – Bihor. De asemenea în U.R.S.S. la Borezovsk, în Suedia la Gladhammar; în S.U.A. la mina St. Louis (statul Idaho).

GALENOBISMUTINĂ $PbBi_2S_4$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,8050 : 1 : 0,2826.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11{,}75$; $b_0=14{,}50$; $c_0=6{,}08$ Å; conţine $Pb_4Bi_8S_{16}$. $Z=4$.

Habitus: cristale alungite [001]. Masiv, columnar, fibros sau compact. Forme principale: a (100), h (140), m (110), d (201), p (111), g (211). *Clivaj:* (110) bun, lamelele flexibile. $H=2^1/_2-3^1/_2$. $G=7{,}04$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenuşiu, alb de staniu, cenuşiu de plumb, reflexe în tonuri de galben. *Urmă:* neagră.

Proprietăţi optice. Opac. În secţiuni lustruite colorat în alb. Efecte de anizotropie puternice. $R=26{,}8\%$. Bireflexie puternică mai ales în imersie.

Ocurenţă. Apare în filoane aurifere hidrotermale asociat ankeritului, bismutinei, bismutului nativ, tetraedritului, pirotinei, piritei, blendei, galenei.

În R. S. România se întîlneşte în lentile de sulfuri cantonate în şisturi cristaline (Băile Borşa), în filoane legate de magmatismul paleozoic (Lipova), în skarne legate de magmatismul banatitic (Băiţa – Bihor), în filoane hidrotermale neogene (Hondol).

În Suedia se găseşte la Ko, Nordmark, Gladhammar, precum şi în fumarolele de 550–610° temperatură, de la Vulcano – insulele Lipari (Italia); în S.U.A. apare la Wickes Jefferson County, iar în Canada la Caribou.

ZINKENIT $Pb_6Sb_{14}S_{27}$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m.

Relația axială: a : c=1 : 0,1938.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=44,14; c_0=8,62 Å; conține $Pb_{27}Sb_{168}S_{324}=12(Pb_6Sb_{14}S_{27})$ sau $Pb_{81}Sb_{162}S_{324}=81(PbSb_2S_4)$. Z=80.

Habitus: cristale alungite, cu fețe striate [0001], cristale columnare, agregate paralele. Forme principale: m (10$\bar{1}$0), r (10$\bar{1}$1). *Clivaj:* (11$\bar{2}$0) imperfect. *Spărtură:* neregulată. *H*=3–3$^1/_2$. *G*=5,30. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor. *Urmă:* cenușiu-strălucitoare.

Proprietăți optice. Opac. În secțiuni lustruite culoare alb-cenușie. Anizotropie și bireflexie moderate. *R* pentru verde 37,5%, oranj 33%, roșu 31%.

Chimism. Se cunoaște varietatea cu As, conținuturile atingînd 5,64%.

Ocurență. Apare în zăcăminte hidrotermale de temperatură medie, asociat stibinei, jamesonitului, boulangeritului, bournonitului, blendei, galenei, piritei, carbonaților și cuarțului.

În R. S. România este întîlnit în filoane hidrotermale din provincia neogenă la Dealul Crucii, Baia Sprie și Săcărîmb. Este citat în Munții Harz și la Bräunsdorf (R. D. Germană); în Franța la Pontigibaud în Puy-de-Dôme; în Bolivia la Oruro, San José și Itos; în S.U.A. în statele Colorado, Arkansas și Nevada.

SARTORIT $PbAs_2S_4$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relația axială: a : b : c=1,276 : 1 : 1,195; β=102°12′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=59; b_0=7,81; c_0=83,46 Å; conține $Pb_{240}As_{480}S_{460}$.

Habitus: prismatic, striuri pe fețele de prismă [010]. Forme principale: c (001), a (100), N (120), m (110), d (101), r (111), o (441), n (322). *Macle:* (100). *Clivaj:* (100) bun. *Spărtură:* concoidală. *H*=3. *G*=5,10. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, cenușiu-închis. *Urmă:* brună, ciocolatie.

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată este alb-cenușiu. Anizotropie vizibilă îndeosebi în zone de macle. Reflexii interne clare.

Ocurență. Apare în Elveția la Binnenthal, Lengenbach (Valais).

BERTHIERIT $FeSb_2S_4$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=11,44; b_0=14,12; c_0=3,76 Å; conține $Fe_4Sb_8S_{16}$. Z=4.

Relația axială: a : b : c=0,810 : 1 : 0,266.

Habitus: prismatic, striuri || [001]. Mase fibroase, masive, agregate granulare. *Clivaj:* slab prismatic. *H*=2–3. *G*=4,64. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, cenușiu-închis. *Urmă:* cenușie, brun-închisă.

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată culoare alb-cenușie. Anizotropie puternică. Bireflexie bună. *R* pentru direcțiile || „b“, în verde 27,5%, oranj 26,5%, roșu 26,5%, pentru direcțiile || „c“ în verde 39%, oranj 34,5%, roșu 34%.

Ocurență. Apare în filoane hidrotermale de temperatură medie, fiind asociat stibinei și cuarțului. Se întîlnește în R. D. Germană la Bräunsdorf și Freiberg; în R. S. Cehoslovacă la Přibram; în Franța la Puy-de-Dôme; în Mexic la San Antonio.

OXIZI ŞI HIDROXIZI

CARACTERE GENERALE

În această clasă sînt cuprinşi cei mai simpli compuşi ai metalelor şi metaloizilor cu oxigenul şi hidroxilul. Oxigenul formează diferite combinaţii chimice cu circa 40 de elemente. Cantitatea totală de oxizi şi hidroxizi existentă în scoarţa terestră reprezintă 17% în greutate. Cea mai mare importanţă o au oxizii şi hidroxizii de fier care participă cu o proporţie medie de 3,9%, urmaţi de oxizii şi hidroxizii de aluminiu, mangan, titan, crom etc. Dintre oxizi, un rol deosebit îl prezintă de asemenea CO_2 şi vaporii de apă, care sînt întîlniţi cu precădere în atmosferă şi a căror limită de răspîndire merge pînă la înălţimea de cca. 12 km de la suprafaţa pămîntului. Majoritatea oxizilor este concentrată în părţile superioare ale scoarţei terestre, la limita ei cu atmosfera, care conţine oxigenul liber. Adîncimea de pătrundere a oxigenului liber în scoarţa terestră este determinată de nivelul apelor freatice. Suprafaţa de alterare a rocilor, împreună cu zonele de oxidare a zăcămintelor de minereuri sînt porţiunile din scoarţa pămîntului unde sînt localizate principalele reacţii chimice, determinînd apariţia unor neoformaţii, în care rolul principal îl au oxizii şi hidroxizii metalelor. În acest proces are o însemnătate nu numai oxigenul liber din aer, care pătrunde de la suprafaţă în scoarţă, ci şi apele de ploaie, care se infiltrează cu oxigenul şi bioxidul de carbon dizolvaţi în ele. S-a stabilit că 1 litru de apă de ploaie, saturată cu aer, conţine în medie 25—30 cm^3 gaze, în compoziţia cărora intră 30% O, 60% N şi 10% CO_2. Comparînd aceste valori cu compoziţia aerului se constată că apa de ploaie este foarte bogată în oxigen şi mai ales în bioxid de carbon. În măsura în care aceste ape coboară la nivelul apelor freatice, acţiunea lor oxidantă slăbeşte treptat, oxigenul liber în cursul infiltraţiei apei fiind consumat în reacţiile de oxidare. Acest consum este deosebit de intens în procesul de oxidare a sulfurilor şi compuşilor similari, formînd în prima fază sulfaţi, arseniaţi şi alte săruri. Unii compuşi care intră în compoziţia rocilor sau a minereurilor şi care conţin unele elemente chimice cu valenţe inferioare (Fe^{2+}, Mn^{2+}, V^{3+} etc.) se oxidează relativ uşor; ei trec în ioni cu valenţe superioare, din care cauză se produce slăbirea forţelor de legătură din reţelele cristaline. În final se poate ajunge la o descompunere completă a substanţelor cristaline oxidate, cu formarea unor noi compuşi solubili sau insolubili în apă. Sărurile care se formează iniţial prin aceste procese intră în reacţie cu apa, cu o viteză mai mare sau mai mică, se descompun, se hidrolizează, determinînd astfel precipitarea unei serii de cationi ai metalelor, sub formă de hidroxizi greu solubili în apă. Comportarea ionilor în

soluţii concordă cu potenţialul lor ionic a cărui mărime se exprimă prin raportul dintre sarcina electrică a elementului şi raza sa ionică $\left(\varnothing = \frac{z}{r}\right)$: Potenţialul ionic explică comportarea şi procesele de migrare a elementelor chimice în scoarţa terestră.

Tabelul 41 a

Valorile potenţialelor ionice ale cîtorva elemente chimice

Element	Ø	Element	Ø	Element	Ø	Element	Ø
Cs^{+}	0,61	Sr^{2+}	1,57	Ce^{4+}	3,92	P^{5+}	14,29
Rb^{+}	0,67	Ca^{2+}	1,89	Zr^{4+}	4,60	B^{3+}	15,00
K^{+}	0,75	La^{3+}	2,46	Al^{3+}	5,26	S^{6+}	17,65
Na^{+}	1,02	Mg^{2+}	2,56	Be^{2+}	5,88	C^{4+}	26,70
Li^{+}	1,28	Y^{3+}	2,83	Ti^{4+}	6,25	N^{5+}	33,33
Ba^{2+}	1,40	Th^{4+}	3,64	Mo^{6+}	9,70		

După G o l d s c h m i d t (1926, 1954) cu ajutorul potenţialului ionic se poate preciza distribuţia elementelor între apa mării şi sedimente, în timpul proceselor de migrare a acestora. În mod arbitrar, elementele chimice pot fi împărţite în trei grupe şi anume:

a) *Grupul I*, în care sînt grupaţi cationii cu potenţial ionic scăzut (raze ionice mari şi sarcini mici), adică metalele alcaline şi, parţial, metalele alcalino-teroase, cu potenţiale ionice mai mici de 2. Aceste elemente sînt menţinute în soluţiile de alterare în stare de ioni şi transportate uşor la distanţe mai mari sau mai mici. În condiţii naturale ionii precipită din soluţii, numai sub formă de săruri ale diferiţilor acizi. Fac excepţie de la această regulă elementele cationice, care sînt puternic polarizante, respectiv ionii cu un înveliş electronic constituit din 18 electroni (Cu^{+}, Pb^{2+}) şi care tind să apară în natură sub formă de oxizi.

b) *Grupul II*, în care sînt cuprinşi cationii cu potenţial ionic mediu, respectiv elemente cu raze ionice mici şi sarcini electrice medii şi care formează în natură oxizi şi hidroxizi: Mg^{2+}, Fe^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+} etc. Ele trec uşor în soluţiile de alterare, cu pH-uri puternic acide sau medii puternic alcaline, şi precipită formînd depuneri cristaline; hidroxizi, săruri bazice, săruri neutre etc.

Cationii cu potenţiale ionice ceva mai mari, elemente cu raze medii şi sarcini electrice de asemenea medii, Al^{3+}, Fe^{3+}, Mn^{4+}, Si^{4+}, Ti^{4+}, Sn^{4+} etc. precipită uşor din soluţiile slab alcalinizate sau slab acide, în urma hidrolizei sărurilor, în special sub formă de hidroxizi greu solubili.

c) *Grupul III*, în care sînt incluşi cationii cu potenţial ionic ridicat, adică elemente cu raze ionice mici şi sarcini electrice relativ mari; aceştia formează în soluţii anioni complecşi stabili BO_3^{3-}, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-} etc. şi precipită numai în cazurile în care reacţionează cu diferiţi cationi, formînd săruri oxigenate.

Locul de formare a hidroxizilor este în cea mai mare parte zona de oxidare a zăcămintelor de minereuri şi în general zona de alterare a rocilor.

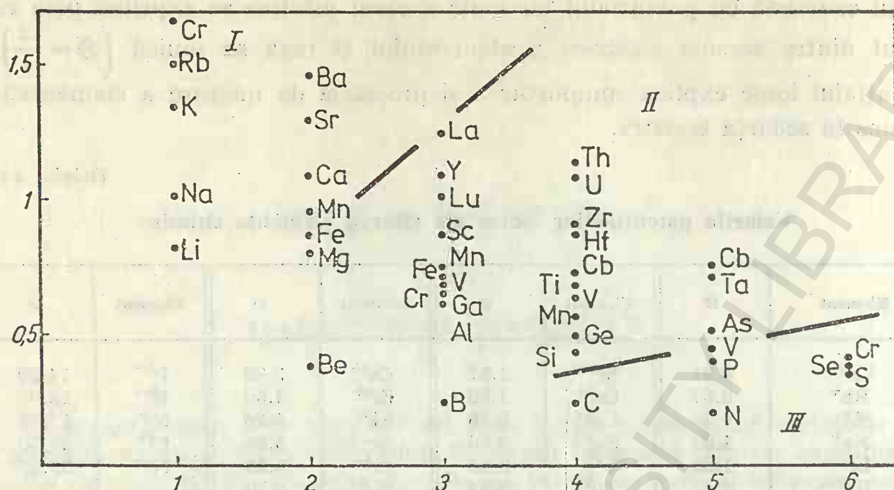


Fig. 39. Gruparea geochimică a unor elemente importante după potențialul lor geochimic. În abscisă sarcina ionului; în ordonată raza ionică kx.

Deoarece majoritatea hidroxizilor au o solubilitate mică în apă, ei sînt capabili ca în procesele de oxidare intensă să formeze soluții puternic suprasaturate. De aceea este firesc ca ei să fie întîlniți de obicei sub forma unor mase criptocristaline și coloidale. Alt domeniu de răspîndire a hidroxizilor metalelor (Fe, Mn) sînt bazinele acvifere, mlăștinoase, lacustre și marine. Astfel, în multe lacuri de apă dulce, din regiunile nordice (Finlanda, Suedia, Canada, nordul U.R.S.S.), aproape de țărmul cu apă de adîncime mică, sînt observate acumulări de hidroxizi de fier și mangan sub forma unor concentrații dispersate de diferite dimensiuni și forme: mase sferice, elipsoidale, turtite și neregulate. Pe lîngă hidroxizii de Fe și Mn, ele conțin aproape totdeauna substanțe humice.

Indiferent de modul lor de formare, hidroxizii își pierd cu timpul apa capilară și de adsorbție, mai ales în mediul aerian uscat, și formează compuși cu grupe hidroxilice legate chimic și chiar de oxizi anhidri: Fe_2O_3, MnO_2 etc., în special în regiunile cu climă continentală pronunțată. Prin procesele de metamorfism regional, care se desfășoară la adîncimi moderate, hidroxizii dau naștere maselor granulare cristaline de oxizi anhidri. Elementele care formează în general oxizi anhidri, prin procese endogene de formare a mineralelor (magmatice, pneumatolitice, hidrotermale), corespund de regulă acelorași cationi, care au tendința de a forma, prin hidroliza sărurilor, hidroxizi insolubili în apă. Cationii bivalenți din grupa principală apar mai rar sub formă de oxizi anhidri, pentru ei fiind caracteristic să se întîlnească sub formă de oxizi dubli.

Aproape toți compușii cuprinși în clasa oxizilor și hidroxizilor au o structură cristalină caracterizată prin legături ionice între particulele constitutive. În structurile cristaline participă ca anioni O^{2-} și OH^-, dimensiunile razelor lor ionice fiind aproximativ egale, respectiv 1,32 și 1,33 Å, ceea ce

determină ca varietățile structurale ale cristalelor diferiților oxizi să depindă în primul rînd de dimensiunile cationilor, de sarcinile lor electrice și de proprietățile lor de polarizare. În rețelele cristaline, cationii sînt înconjurați de anionii de oxigen (sau de hidroxili), iar numerele de coordonare ale rețelelor sînt o particularitate importantă a acestor minerale. Comparînd între ele structurile oxizilor simpli, putem remarca diferite variante ale numerelor de coordonare, începînd cu rețelele tipice ionice, cu un număr de coordonare destul de ridicat, și terminînd cu rețelele moleculare, foarte rare, cu numere de coordonare de regulă mici și cu apariția legăturii de tip Van der Waals între particule.

Oxizii elementelor bivalente, cu structuri cristaline ionice tipice au structura elementară de tipul NaCl cu numărul de coordonare 6. Numai oxizii ionilor puternic polarizanți, cu învelișul exterior alcătuit din 18 electroni prezintă structuri cu numere de coordonare mai mici, ca de exemplu zincit – ZnO(4), cuprit – Cu_2O(4 și 2). Oxizii elementelor trivalente și tetravalente, ai căror cationi au dimensiuni mai mici, prezintă numere de coordonare mici, care se micșorează odată cu trecerea legăturii ionice spre legătura homeopolară; de exemplu corindon – Al_2O_3 (6 și 4), TiO_2 (6 și 3). La oxizii care au rețele moleculare, aceste cifre sînt și mai mici, de exemplu, senarmontit – Sb_2O_3 (3 și 2).

În ceea ce privește oxizii complecși, în a căror compoziție intră cationii a două elemente diferite, numerele de coordonare ale fiecărui metal pot fi egale sau diferite; de exemplu: ilmenit – $FeTiO_3$ (Fe^{2+} și $Ti^{4+}=6$); $CaTiO_3$ ($Ca^{2+}=12$, iar $Ti^{4+}=6$); $NaNbO_3$ ($Na^{+}=12$, $Nb^{5+}=6$); spinel – $MgAl_2O_4$ ($Mg^{2+}=4$ și $Al^{3+}=6$). Toate aceste particularități ale structurilor cristaline influențează și proprietățile fizice ale mineralelor. Oxizii caracterizați cu legături ionice au o structură incomparabil mai rezistentă decît aceea a compușilor halogenați, a sulfurilor etc. Rezistența structurilor este exprimată prin duritatea mare a acestor oxizi (6, 7, 8 și 9 după scara lui Mohs), prin stabilitatea chimică ridicată, fuzibilitatea redusă, solubilitatea extrem de redusă. Culoarea mineralelor din această clasă depinde de asemenea de particularitățile lor structurale. Compușii cu elemente Mg^{2+}, Al^{3+} etc., cu configurații de tipul gazelor nobile sînt de obicei incolori sau colorați allocromatic. Cea mai mare parte a compușilor, care au prezenți ioni cu structură asimetrică (Fe, Mn, Cr etc.), sînt colorați intens, culorile fiind închise (foarte răspîndită este culoarea neagră). Mineralele, în majoritatea lor, sînt opace sau translucide, chiar în fragmente și secțiuni subțiri avînd nuanțe brune sau roșii. În concordanță cu aceasta se găsește și luciul semimetalic al acestor minerale. Proprietățile magnetice sînt de asemenea remarcabile.

Mineralele care fac obiectul acestei clase sînt grupate de obicei în oxizi simpli, oxizi cu uraniu, thoriu și zircon, hidroxizi și oxizi conținînd hidroxili, oxizi multipli și oxizi multipli conținînd columbiu, tantal și titan. În interiorul fiecărei categorii, clasificarea se realizează pe baza structurii și cristalochimiei mineralului, urmărindu-se variația raportului $A:X$. La aceste minerale raportul variază de la $A:X=2:1$ pînă la $A:X=1:2$. Pentru compușii complecși se stabilesc limite diferite pentru rapoarte; între cationii A și B se stabilesc de obicei valori pentru $A:B$ de $1:1$ și $A:B$ de $1:2$, iar raportul $A+B/X$ este de regulă $1:2$.

Clasificarea oxizilor și hidroxizilor

I. OXIZII SIMPLI	
1. Tipul A_2X	
Grupa cupritului	
Cuprit	Cu_2O
Apa (Gheața)	H_2O
2. Tipul AX	
Grupa periclazului	
Periclaz	MgO
Bunsenit	NiO
Manganozit	MnO
Monteponit (Oxid de cadmiu)	CdO
Limit	CaO
Grupa zincitului	
Zincit	ZnO
Bromelit	BeO
Tenorit	CuO
Paramelaconit	$Cu^{2+}_{1-2x}Cu^{1+}_{2x}O_{1-x}$
Montroydit	HgO
Litarga	PbO
Massicot	PbO
3. Tipul A_3X_4	
Minium	Pb_3O_4
4. Tipul A_2X_3	
Grupa hematitului	
Corindon	Al_2O_3
Hematit	Fe_2O_3
Grupa ilmenitului	
Ilmenit	$FeTiO_3$
Geikielit	$MgTiO_3$
Pirofanit	$MnTiO_3$
Senait	$(Fe, Mn, Pb)TiO_3$
Grupa arsenolitului	
Arsenolit	As_2O_3
Senarmontit	Sb_2O_3
Claudetit	As_2O_3
Valentinit	Sb_2O_3
Bixbyit	$(Mn, Fe)_2O_3$
Braunit	$(Mn, Si)_2O_3$
5. Tipul AX_2	
Grupa rutilului	
Rutil	TiO_2
Piroluzit	MnO_2

Wad	
Todorokit	$Mn_8(O, OH)_{16}+2H_2O$?
Casiterit	SnO_2
Plattnerit	PbO_2
Anatas	TiO_2
Brookit	TiO_2
Telurit	TeO_2
Selenolit	SeO_2
Cervantit	Sb_2O_4?
Stibiconit	$Sb_3O_6(OH)$?
Bismit	Bi_2O_3
Sillenit	Bi_2O_3
6. Tipul A_mX_n	
Vanoxit	$V_4V_2O_{13} \cdot 8H_2O$?
Corvusit	$V_2V_{12}O_{34} \cdot nH_2O$
Ilsemannit	$Mo_3O_8 \cdot nH_2O$?
Russellit	$(Bi_2, W)O_3$
Tungstit	$WO_3 \cdot H_2O$
II. OXIZII CONŢINÎND URANIU, THORIU ŞI ZIRCON	
Baddeleyit	ZrO_2
Grupa uraninitului	
Uraninit	UO_2
Thorianit	ThO_2
Gummit	$UO_3 \cdot nH_2O$
Clarkeit	$UO_3 \cdot nH_2O$?
Becquerelit	$2UO_3 \cdot 3H_2O$?
Schoepit	$4UO_3 \cdot 9H_2O$?
Fourmarierit	$PbO\ 4UO_3 \cdot 5H_2O$?
Curit	$2PbO\ 5UO_3 \cdot 4H_2O$?
Uranosferit	$Bi_2O_3\ 2UO_3 \cdot 3H_2O$?
Vandenbrandit	$CuO\ UO_3 \cdot 2H_2O$
Iantinit	$2UO_2 \cdot 7H_2O$
III. HIDROXIZII ŞI OXIZII CU CONŢINUT ÎN HIDROXIL	
1. Tipul AX_2	
Grupa brucitului	
Brucit	$Mg(OH)_2$
Pirocroit	$Mn(OH)_2$
Portlandit	$Ca(OH)_2$
Grupa lepidocrocitului	
Lepidocrocit	$FeO(OH)$
Böhmit	$AlO(OH)$
Manganit	$MnO(OH)$
Stainierit	$CoO(OH)$?
Grupa hidrotalcitului	
Hidrotalcit	$Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$
Stichtit	$Mg_6Cr_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$
Piroaurit	$Mg_6Fe_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$

Tabelul 41 b (continuare)

Grupa sjögrenitului	
Manasseit	$Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$
Sjögrenit	$Mg_6Fe_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$
Barbertonit	$Mg_6Cr_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$
Brugnatellit	$Mg_6Fe(OH)_{13}CO_3 \cdot 4H_2O$
Psilomelan	$BaMn^{2}Mn^{4}_{8}O_{16}(OH)_4$
2. Tipul AX_3	
Sassolit	$B(OH)_3$
Gibbsit	$Al(OH)_3$
Bauxit	
Hidrocalumit	$Ca_4Al_2(OH)_{14} \cdot 6H_2O$
IV. OXIZII MULTIPLI	
1. Tipul ABX_2	
Delafossit	$CuFeO_2$
Grupa goethitului	
Diaspor	$HAlO_2$
Goethit	$HFeO_2$
Hidrogoethit (limonit)	
2. Tipul AB_2X_4	
Grupa spinelului	
Seria spinelului	
Spinel	$MgAl_2O_4$
Hercinit	$FeAl_2O_4$
Gahnit	$ZnAl_2O_4$
Galaxit	$MnAl_2O_4$
Seria magnetitului	
Magnezioferit	$MgFe_2O_4$
Magnetit	$FeFe_2O_4$
Franklinit	$ZnFe_2O_4$
Jacobsit	$MnFe_2O_4$
Trevorit	$NiFe_2O_4$
Ulvöspinel	$TiFe_2O_4$
Maghemit	γFe_2O_3
Seria cromitului	
Magneziocromit	$MgCr_2O_4$
Cromit	$FeCr_2O_4$
Grupa hausmanitului	
Hausmanit	$MnMn_2O_4$
Heterolit	$ZnMn_2O_4$
Hidroheterolit	$Zn_2Mn_4O_8 \cdot H_2O$
Crisoberil	$BeAl_2O_4$
Crednerit	$CuMn_2O_4$

Tabelul 41 b (continuare)

3. Tipul AB_4X_7		
Högbomit	$Mg(Al, Fe, Ti)_4O_7$	
Safirin	$(Mg, Fe)_{15}(Al, Fe)_{34}Si_7O_{80}$	
Plumboferit	$PbFe_4O_7$	
Magnetoplumbit	$Pb(Fe, Mn)_6O_{10}$?	
Hematofanit	$Pb(Cl, OH)_2 4PbO\ 2Fe_2O_3$?	
4. Tipul ABX_3		
Quenselit	$PbMnO_2(OH)$	
Perovskit	$CaTiO_3$	
5. Tipul A_2BX_5		
Pseudobrookit	Fe_2TiO_5	
6. Tipul AB_2X_5		
Calcofanit	$ZnMn_2O_5 \cdot 2H_2O$?	
Zirkelit	$(Ca, Fe, Th, U)_2(Ti, Zr)_2O_5$	
7. Tipul AB_3X_7		
Coronadit	$MnPbMn_6O_{14}$	
Hollandit	$MnBaMn_6O_{14}$	
Cesarolit	$PbMn_3O_7 \cdot H_2O$	
V. OXIZII MULTIPLI CU COLUMBIU, TANTAL ȘI TITAN		
1. Tipul ABX_4		
Seria piroclor-microlit	$A_2B_2O_6(O, OH, F)$	
	A	B
Piroclor	Na, Ca, K, Mg, Fe, Mn, Ce	Nb, Ta, Ti, Sn? Fe^{3+}, W
Microlit	La, Dy, Er, Y, Th, Zr, U	Ta, Nb, Ti, Sn? Fe^{3+}, W
Seria fergusonitului ABO_4		
Fergusonit	Y, Er, (Ce, La, Dy), Fe^{2+}	Nb, Ta, Ti, Sn, W
Formanit	U, Zr, Th, Ca	Ta, Nb, Ti, Sn, W
Ytrotantalit	Fe^{2+}, Y, U, Ca, Mn, Ce, Th	Nb, Ta, Ti, Zr, Sn
Polimignit	Ca, Fe^{2+}(Y, Er, Ce), Zr, Th	Nb, Ti, Ta, Fe^{3+}
Isikawait	U, Fe^{2+}, (Y, Er, Ce)	Nb, Ta
Loranskit	Y, Ce, Ca, Zr(?)	Ta, Zr(?)
Seria stibiotantalitului ABO_4		
Stibiotantalit	Sb, Bi	Ta, Nb
Stibiocolumbit	Sb, Bi	Nb, Ta
Bismutotantalit	Bi	Ta, Nb
Simpsonit ABO_4?	Al	Ta

	A	B
2. Tipul $A_mB_nX_p$ m : n≈2 : 3 pînă la 3 : 5		
Arizonit	Fe	Ti
Kalkowskit	Fe	Ti
Oliveirait	Zr	Ti
Brannerit	U, Ca, Fe, Y, Th	Ti
3. Tipul AB_2X_6		
Grupa tapiolitului AB_2O_6		
Tapiolit	Fe, Mn	Ta, Nb
Mossit	Fe, Mn	Nb, Ta
Grupa columbit-tantalit AB_2O_6		
Columbit	Fe, Mn, Sn?	Nb, Ta, W
Tantalit	Fe, Mn	Ta, Nb
Grupa euxenit-policraz AB_2O_6		
Euxenit	Y, Ca, Ce, U, Th	Nb, Ta, Ti
Policraz	Y, Ca, Ce, U, Th	Ti, Nb, Ta, Fe^{3+}
Eschwegeit		
Ytrocrasit		
Grupa eschinit-priorit AB_2O_6		
Eschinit	Ce, Ca, Fe^{2+}, Th	Ti, Nb, Ta
Priorit	Y, Er, Ca, Fe, Th	Ti, Nb, Ta
Samarskit	Y, Er, Ce, La, U, Ca, Fe, Pb, Th	Nb, Ta, Ti, Sn, W Zr(?)
Thoreaulit	Sn	Ta
4. Tipul $A_mB_nX_p$ m : n≤1 : 3		
Seria betafitului		
Betafit	U, Ca, Th, Pb, Ce, Y	Ti, Nb, Ta, Fe, Al?
Djalmait		
Ampangabeit	Y, Er, U, Ca, Th	Nb, Ta, Fe^{3+}Ti
Delorenzit		

I. OXIZII SIMPLI

1. TIPUL A_2X

A. Grupa cupritului

CUPRIT Cu_2O

Sistemul de cristalizare: cubic, 4 3 2.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,27 Å; conţine Cu_4O_2 . Z=2.

Habitus: de regulă octaedric, mai rar cubic sau dodecaedric. Uneori sînt semnalate cristale aciculare şi capilare. Mai frecvent este întîlnit sub

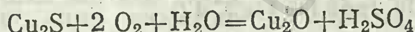
formă de agregate granulare compacte, uneori pămîntoase (conținînd impurități). Forme principale: a (100), d (011), o (111), f (013), e (012), m (113), n (112), q (133), p (122). *Clivaj:* (111) bun, întrerupt, (001) rar. *Spărtură:* concoidală sau neregulată. $H=3^1/_2-4$. $G=5,8-6,2$. *Luciu:* adamantin, semimetalic. *Culoare:* roșu, iar în agregate microgranulare sau criptocristaline cenușiu de plumb. *Urmă:* brună, roșie.

Proprietăți optice. În secțiuni subțiri arată un indice de refracție ridicat; n=2,849, pleocroism de la oranj-galben la galben de lămîie, izotrop; în lumină reflectată culoarea este alb-cenușie, cu luciu metalic în tente clar albăstrui; *R* în aer, pentru verde 30%, oranj 22,5%, roșu 21,5%, iar în imersie, pentru verde 16%, oranj 10,5%, roșu 9%. Cînd apare sub formă de granule bine dezvoltate poate prezenta bireflexie. Anizotropia se observă pe marginea granulelor; culorile de anizotropie sînt în tonuri violaceu-albăstrui pînă la oliv-verzui; reflexe interne de culoare roșie.

Chimism. Conține Cu=88,82%, O=11,18%, ca elemente urme, seleniu și iod.

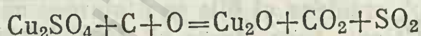
Varietăți. Calcotrichitul apare în zăcămintele de cupru, sub forma unor agregate capilare sau aciculare; este modificația rombică a Cu_2O.

Geneză. Se formează aproape exclusiv în decursul proceselor exogene prin oxidarea minereurilor de calcozină și, mai rar, apare asociat ca produs secundar cu bornitul, ambele fiind răspîndite în zonele de îmbogățire secundară în zăcămintele de cupru (sub nivelul apelor freatice). O concentrație masivă poate avea loc numai în cazul cînd anumite cauze ar produce scăderea nivelului apelor freatice, astfel încît zona bogată în calcozină, care s-a format pînă atunci, ar ajunge în zona de oxidare. Procesul de oxidare a calcozinei, cu formare de acid sulfuric, are loc după reacția:



$$Cu_2S+2\ O_2+H_2O=Cu_2O+H_2SO_4$$

În lipsa oxigenului va apărea în locul Cu_2O sau, odată cu el, cupru metalic, care frecvent este semnalat în cuprit. Împreună cu cuprul nativ se întîlnește uneori în rocile sedimentare, care conțin resturi vegetale. În acest caz, cupritul este rezultatul reducerii sulfatului cupros de către substanțele organice, în prezența oxigenului, conform reacției:



$$Cu_2SO_4+C+O=Cu_2O+CO_2+SO_2$$

În cazurile în care concentrația CO_2 este prea mare, cupritul devine instabil. În natură sînt foarte răspîndite pseudomorfozele carbonatului de cupru — malachitul după Cu_2O. În unele cazuri și malachitul este înlocuit în pseudomorfoze prin azurit.

Ocurență. În România apare ca mineral supergen, format în zona de oxidare a zăcămintelor cuprifere din fundamentul cristalin (Bălan, Teregova, Hamcearca), legate de magmatismul mezozoic (Orzești, Colțești, Pătîrș, Altîn-Tepe), de cel banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Băița — Bihor) și de magmatismul neogen (Deva, Întregalde).

În asociații cu malachit, azurit, calcozină, crisocol, tenorit, cupru nativ, se întîlnește în R. F. Germania la Rheinbreitbach, în Franța la Chessy lîngă Lyon, în U.R.S.S. la Gumeșevsk, Menorudiansk, Turinsk, în munții Ural și Altai, în Australia de sud în districtul Burra, în Chile la Adacollo și Chu-

quicamata, în Peru, în Bolivia la Corocoro, în S.U.A. mai ales în Arizona la Bisbée, Ray, Clifton, Globe şi Jerome, în regiunea Lacului Superior, în statele New Jersey şi Pennsylvania.

GHEAŢA H_2O

Gheaţa este forma solidă a apei, care în natură se prezintă în trei stări: solidă (gheaţă, zăpadă), lichidă (ploaia, izvoarele minerale, rîurile, lacurile, mările, oceanele) şi gazoasă (vaporii de apă din atmosferă şi din emanaţiile vulcanice). Prin proprietăţile ei, apa ocupă un loc aparte printre oxizii metalelor şi metaloizilor; ea are un rol important în procesele chimice, care se desfăşoară în scoarţa terestră.

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 m.

Relaţia axială: a : c = 1 : 0,942.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,523; c_0=7,37 Å; α=98°51′. Z=4; conţine 12 H_2O.

Habitus. Formaţiile cristaline sînt foarte variate; cristalele de zăpadă prezintă o simetrie polară cu şase raze sau sînt frecvent dendritice. În peşteri sînt întîlnite cristale în formă de plăci hexagonale, cristale tabulare, concreşteri în forme complexe. Formele de agregare întîlnite sînt: mase compacte, agregate granulare cristaline, granule cristaline mari, de formă neregulată. Cunoscute sînt şi formele stalactitice de gheaţă, cu structură concentrică, stratificată, vizibilă şi la grindină. Forme principale: c (0001), m $(10\bar{1}0)$, a $(11\bar{2}0)$. *Macle:* cu plan (0001) şi $(000\bar{1})$. *Spărtură:* concoidală. $H=1^1/_2$. G=0,9175. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor sau slab colorat în albastru (în mase mari).

Proprietăţi optice. În lumină transmisă, indicii de refracţie ai apei variază în funcţie de lungimea de undă (λ) (tab. 42).

Tabelul 42

Indicii de refracţie ai apei în funcţie de λ

λ	n		λ	n
214,45	1,40397	(Na)	589,31	1,33299
267,61	1,36902	(H)	656,29	1,33114
308,23	1,35672	(Li)	670,82	1,33079
396,85	1,34352		768,24	1,32888
434,07	1,34032		871,00	1,32700
486,14	1,33714		1028,00	1,32450
535,05	1,33488		1256,00	1,32100

În lumină naturală ω=1,309; ε=1,310.

Chimism şi structură. Compoziţia chimică calculată este: H =11,19%, O = 88,81%. Apa lichidă conţine în suspensie sau în stare ionică material organic şi anorganic. Apa lipsită de unele săruri şi proaspătă este considerată apă potabilă, în timp ce apele care conţin sulfaţi şi carbonaţi de calciu şi de magneziu sînt considerate ape dure. Din punctul de vedere al compoziţiei chimice, apele naturale se împart în: apă de mare (caracterizată prin prezenţa sulfaţilor şi clorurilor de Mg, Na); apă de rîuri şi apă lacustră dulce; ape frea-

tice și apă superficială de ploaie; ape subterane; apele izvoarelor minerale (clasificate între ele prin sărurile pe care le conțin în soluții). Proporția de constituenți a fost calculată în apele bazinelor din regiunile aride, valorile stabilite fiind redate în tabelul 43.

Tabelul 43

Analize chimice

Elemente	1	2	3	4
Cl	55,292	55,48	32,27	65,86
Br	0,188	—	0,04	1,13
SO_4	7,692	6,68	0,13	0,39
CO_3	0,207	0,09	22,47	0,02
B_4O_7	—	—	5,05	—
Na	30,593	33,17	38,10	13,73
K	1,106	1,66	1,52	2,36
Ca	1,197	0,16	0,03	4,19
Mg	3,725	2,76	0,35	12,32
Rez.	—	—	0,04	—
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Salinitatea %	3,30—3,74	20,349	7,656	18,8453

1 — Determinări efectuate în 77 probe de apă de ocean, în urme apărînd I, F, N, NH_4, Au, Mn etc.; 2 — Great Salt Lake (Utah, S.U.A.); 3 — Borax Lake (California); sesizate ca prezente PO_4=0,02; SiO_2=0,01; $(Al, Fe, Mn)_2O_3$=0,01; 4 — Dead Sea; urme $(Al, Fe)_2O_3$, I.

În apă, deseori sînt prezente, în cantități scăzute, impurități de amoniac, acid azotic, acid sulfuric, acid clorhidric, substanțe organice, precum și gaze dizolvate (azot cca. 0,013%, oxigen cca. 0,0064%, bioxid de carbon cca. 0,0013% etc.). Apa de suprafață se află în echilibru foarte strîns cu aerul în privința oxigenului și azotului. În cursul verii, apele de mică adîncime sînt adesea suprasaturate cu oxigen, iar în apele adînci oxigenul este deficitar. Apa mărilor este în mod normal alcalină, avînd un pH=7,5—8,4. Valori mai mari se întîlnesc în bazinele, golfurile și estuarele alimentate de maree, unde plantele folosesc CO_2; în apele în care se formează H_2S, în bazinele izolate, pH-ul este aproape de valoarea neutră.

Forma cristalizată a apei este gheața, care prezintă o structură moleculară cristalină, avînd numărul de coordonare egal cu patru. Structura moleculei H_2O se caracterizează prin următoarea particularitate: protonii H^+, ioni care nu au electroni proprii și au dimensiuni extrem de mici, pătrund adînc în interiorul ionului de oxigen. Din această cauză nucleul atomic al oxigenului devine puțin excentric. Aceasta determină momentul dipolar din molecula de H_2O. Acest lucru poate fi imaginat mai simplu sub forma unui tetraedru, care are două vîrfuri încărcate pozitiv, iar celelalte două negativ. De aceea, în structura gheții moleculele de H_2O, slab legate între ele, sînt

astfel dispuse, încît porțiunile lor încărcate pozitiv sînt orientate spre porțiunile încărcate negativ ale altor molecule. Conform dispoziției generale a moleculelor, structura gheții este asemănătoare cu structura wurtzitului, cu singura deosebire că locurile Zn și S sînt ocupate de moleculele de H_2O. În cazul unei astfel de structuri se obține o așezare mai puțin compactă a particulelor. Așa se explică faptul că greutatea specifică a gheții este mai mică decît a apei.

Geneză. Gheața se formează prin răcirea apei. Ea apare inițial sub forma unei cruste plutitoare, sub care cresc indivizi cristalini, care se dezvoltă vertical în direcția axei principale de simetrie. Zăpada se formează în stratele reci ale atmosferei, din vaporii de apă; în condiții similare apare și bruma și desenele de gheață pe obiectele răcite. În regiunile cu ghețuri perene, cu climă aspră și iarnă lungă, fără multă zăpadă, se formează în timpul iernii învelișuri de gheață, care acoperă uneori întinderi enorme.

În decursul proceselor exogene care au loc pe suprafața pămîntului și în atmosferă, cantități enorme de apă, rezultată în urma evaporării mărilor, oceanelor și, mai ales, produsă de învelișul vegetal, trec în atmosferă și recad sub formă de precipitații atmosferice, găsindu-se astfel în continuă circulație. Apele superficiale sînt: apele din sol, apele freatice, apele arteziene și apele subterane, precum și numeroasele izvoare minerale. Mari cantități de apă iau parte la procesele endogene de formare a mineralelor. În timpul erupțiilor vulcanice, mari cantități de vapori de apă supraîncălziți se împrăștie în atmosferă. Prin cristalizarea magmelor în adîncime se pun în libertate cantități mari de apă, saturată cu diferiți compuși dizolvați. Izvoarele minerale termale din regiunile cu activitate vulcanică relativ recentă sînt în legătură cu aceste ape, așa-numite juvenile.

Izvoare minerale mai importante în România sînt: hipotermale la Băile Herculane, Băile Felix-Victoria, Băile Geoagiu; bicarbonatate sau borvizuri la Borsec, Bodoc, Zizin etc., arsenicale la Covasna, Șaru Dornei, sulfuroase la Mangalia, Olănești, Pucioasa, Sîntimbru etc.

Importante ape minerale apar în R. S. Cehoslovacă la Karlovy Vary, în Austria la Baden, în Franța la Vichy, Vittel și Evian.

2. TIPUL AX

A. Grupa periclazului

PERICLAZ MgO

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,21$ Å; conține Mg_4O_4. Z=4.

Habitus: cristale octaedrice, cub-octaedrice, cubice, rar dodecaedrice. De regulă în granule cu conture neregulate. *Macle:* plan de maclă (111). *Clivaj:* (001) perfect; (111) imperfect; (011) întrerupt și slab. *H*=6. *G*=3,7—3,9. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* alb-cenușiu, uneori gălbui, galben-brun (cînd conține și Fe), verde sau negru (datorită incluziunilor). *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, $n_{roșu}=1,7298$, $n_{Na}=1,7350$, $n_{albastru}=1,7460$. Izotrop.

Chimism. Compoziția teoretică: Mg=60,32%; O=39,68%; total=100%. Deseori analizele indică și conținuturi de Fe, uneori Mn, Zn, elemente care substituie Mg. La microscop se văd incluziuni orientate de manganozit.

Tabelul 44

Analize chimice

	1	2
MgO	93,86	87,38
FeO	5,97	0,19
MnO	—	9,00
ZnO	—	2,52
Total	99,83	99,09

1 — Monte Somma; 2 — Nordmark (conține manganozit).

Ocurență. Mineral metamorfic de temperatură ridicată, periclazul este prezent în marmore, avînd ca sursă disocierea calcarelor dolomitice (dedolomitizare). Se întîlnește în calcarele de la Monte Somma, Vezuviu (Italia), asociat forsteritului, și de la Teulada, Sardinia, asociat brucitului. În Suedia apare la Nordmark, în marmore dolomitice, asociat hausmanitului, și la Långban, în zăcăminte manganifere; în S.U.A. apare în California, asociat cristalelor octaedrice de magnetit.

MANGANOZIT MnO

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,44$ Å; conține Mn_4O_4. Z=4.

Habitus: cristale octaedrice, dodecaedrice, deseori granule cu conture neregulate, mase granulare. Forme principale: a (001), d (011), o (111).

Clivaj: (001) bun, (111) slab întrerupt. $H=5^1/_2$. $G=5,364$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* pe spărtură proaspătă verde-intens. *Urmă:* brună.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este ușor colorat în verde, $n_{verde}=2,19$, $n_{roșu}=2,16$. În lumină reflectată apare colorat în cenușiu, izotrop, iar culorile de reflexie sînt în tonuri de verde.

Chimism. Ca substituenți ai manganului s-au determinat Fe^{2+}, Mg^{2+}, Zn^{2+}, prezența acestuia din urmă fiind în special datorată incluziunilor.

Ocurență. Este întîlnit în dolomitele din Suedia la Långban, la Nordmark, asociat cu hausmanit, granat și periclaz. La Franklin (S.U.A.) apare în cristale octaedrice, mase neregulate și este asociat cu zincit, franklinit, villemit. În Elveția apare la Gonzen, iar în Japonia la Noda Tamargowa.

Tabelul 45

Analize chimice

	1	2	3
MnO	93,33	94,59	98,04
ZnO	4,89	3,41	—
$FeO+Fe_2O_3$	0,23	0,26	0,42
MgO	0,61	0,11	1,71
Rez.	1,05	2,08	0,16
Total	100,11	100,45	100,33

1 — Franklin; rez. MnO_2; 2 — Franklin; rez. $MnO_2=1,30$, $H_2O=0,78$; 3 — Långban; rez. $CaO=0,16$.

MONTEPONIT CdO

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,71$ Å; conține Cd_4O_4. $Z=4$.

Habitus: cristale octaedrice, uneori cubice; mase pulverulente. *Macle:* de penetrație. *Clivaj:* (111). $H=3$. $G=6,2$. *Culoare:* negru. *Luciu:* sticlos.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în roșu, oranj, brun. $n_{Li}=2,49$.

Ocurență. Se întîlnește în Italia la Ganarutta (Sardinia).

LIMIT CaO

Produsul artificial este cristalizat în sistemul cubic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,797$ Å.

$H=3^1/_2$. $G=3,3$. *Clivaj:* (001) perfect, (011) întrerupt slab.

Proprietăți optice. $n=1,838$.

Ocurență. In mase de calcar; în lave la Vezuviu.

B. Grupa zincitului

ZINCIT ZnO

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6 m m.

Relația axială: a : c = 1 : 1,5870.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,25$; $c_0=5,19$ Å; conține Zn_2O_2.

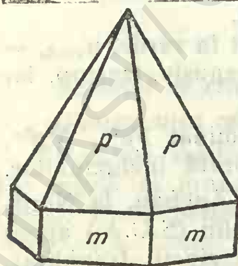


Fig. 40. Cristal de zincit.

Habitus: rar sub formă de cristale, mase lamelare, mase compacte granulare. Forme principale: c (0001), m $(10\bar{1}0)$, s $(10\bar{1}3)$, B $(21\bar{3}\bar{3})$, f $(20\bar{2}1)$. *Macle:* (0001), planul $(000\bar{1})$. *Clivaj:* $(10\bar{1}0)$ perfect, $(000\bar{1})$ slab. *Spărtură:* concoidală. $H=4^1/_2-5$. $G=5,4-5,7$. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* galben-oranj, roșu, rar galben. *Urmă:* galbenă-oranj.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, indicele de refracție este în funcție de lungimea de undă folosită (tab. 46). Uniax pozitiv; slab pleocroic. În lumină ref-

Tabelu 46

Proprietăți optice

	n_{Hg}	n_{Na}	n_{Li}
λ	546	589	670
ω	2,032	2,013	1,990
ε	2,048	2,029	2,005

lectată, culoarea este brun-roșcată; puternic anizotrop. *R* pentru: verde 11%, oranj 10%, roșu 8%.

Ocurență. Este întîlnit în S.U.A., în depozitele de la Franklin și Sterling Hill (New Jersey), unde apare în masele de calcit, în asociație cu willemitul și franklinitul. S-a semnalat de asemenea în zăcămîntul de Pb și Zn de la Olkusz (R. P. Polonă), lîngă Zaravezzo în Toscana (Italia) și la Almeria în Spania.

BROMELIT BeO

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6 m m.

Relația axială: a : c=1 : 1,6288.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=2,69; c_0=4,37 Å; conține Be_2O_2. Z=2.

Habitus: prismatic [0001]. Forme principale: c (0001), m (10$\bar{1}$0), r (10$\bar{1}$1), h (11$\bar{2}$2), larg dezvoltate (000$\bar{1}$) și (10$\bar{1}$0), mai mici (10$\bar{1}$1). *Clivaj:* (10$\bar{1}$0) bun. *H*= aproape de 9. *G*=3,044. *Culoare:* alb.

Proprietăți optice. ε=1,733, ω=1,719; uniax pozitiv.

Chimism. Analiza chimică indică: BeO=98,02%, CaO=1,03%, BaO==0,55%, MgO=0,07%, MnO=urme, Sb_2O_3=0,29%, Al_2O_3=0,17%.

Ocurență. Se întîlnește la Långban (Suedia) în filonașele de calcit din skarne.

TENORIT CuO

Sinonim: *melaconit.*

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,498 : 1 : 1,365; β=99°30′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,66; b_0=3,420; c_0=5,12 Å; conține Cu_4O_4. Z=4.

Habitus: cristale rare, de regulă fin solzoase, tabulare, paralele (100) și alungite [011]. Striațiuni [010] sau (100). Foițele solzoase sînt flexibile, uneori grupate stelat, alteori mase pulverulente. Forme principale: c (001), a (100), f (011), p (111), d ($\bar{1}$11). *Macle:* comune (011) sau (100), concreșteri de tipul dendritelor. *Clivaj:* în zona [011] și [0$\bar{1}$1]. *Spărtură:* concoidală sau neregulată. *H*=$3^1/_2$. *G*=6. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de fier, negru, brun.

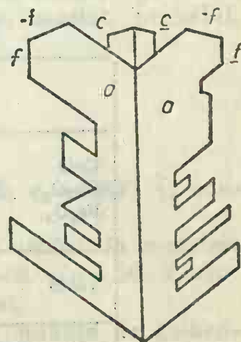


Fig. 41. Cristal de tenorit (din Vezuviu).

Proprietăți optice. În lumină transmisă, în secțiuni subțiri, culoarea apare în tonuri brune. Orientarea β=b, indicele de refracție $n_{roșu}$=2,63, $n_{albastru}$=3,17; pleo-

croism în tonuri de brun pînă la brun-negru, $2V_{\gamma,\alpha}$=mare. În lumină reflectată, culoarea este cenușiu-albicioasă, cu nuanțe galbene. *R* în lumină roșie este 20%, în lumină albastră 27,1%. Bireflexia este clară în aer, variind de la alb la cenușiu-alb. Anizotropia se remarcă destul de clar în aer, iar în imersie devine puternică. Culorile de anizotropie albastre și albe sînt caracteristice. Reflexele interne se văd la varietățile fin-lamelare.

Ocurență. Este întîlnit în zonele de oxidație, în parageneză cu minerale de cupru: cuprit, cupru nativ, crisocol, malachit, azurit, calcozină.

În România apare ca mineral supergen, în mineralizații cuprifere, legate de șisturi cristaline (Bălan), de magmatismul mezozoic (Căzănești), de cel banatitic (Moldova Nouă, Oravița, Ciclova Română, Sasca Montană, Dognecea, Băița — Bihor) și de cel neogen (Ilba, Deva, Baia de Arieș).

În U.R.S.S. apare în zăcămintele de cupru de la Turinsk, în Uralul de nord și aproape de Nijni Taghil în mineralizația de la Menorudiansk. De asemenea se găsește în zăcămintele de cupru din R. Zair. În S.U.A., la Dutktown (Tennessee), în regiunea Lacului Superior, la Globe și Bisbée (Arizona), apare sub forma unui material negru ca smoala, alături de cuprit, crisocol și malachit. În Chile apare în deșertul Atacama, în Bolivia la Cobija, în Spania la Rio Tinto, Huelva și Linares, iar în Franța la Chessy și Var.

PARAMELACONIT $[(Cu^{2+}_{1-2x}Cu^{1+}_{2x})O_{1-x}]$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,695.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 5{,}84$; $c_0 = 9{,}9$ Å; conține $(Cu^{2+}_{16-2x}Cu^{1+}_{2x})_{16}O_{16-x}$, unde: x=1,85.

Habitus: cristale prismatice scurte [001], (010), striațiuni (100). Forme principale: c (001), a (010), d (011). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* concoidală. *H*=4½. *G*=6,04. *Luciu:* metalic, adamantin. *Culoare:* în spărtură proaspătă este negru. *Urmă:* brun-neagră.

Proprietăți optice. În lumină reflectată apare colorat de la alb la brun. Anizotropie puternică; pleocroism clar.

Tabelul 47

Analize chimice

	1	2	3
CuO	87,66	77,94	78,62
Cu_2O	11,70	19,45	21,38
Fe_2O_3	0 64	2,70	0,00
Total	100,00	100,00	100,00

1 — Bisbée (asociat cu cuprit și tenorit); 2 — Bisbée (cu impurități de Fe_2O_3); 3 — Bisbée.

Chimism. Analizele spectrale indică, alături de constituția chimică ideală CuO, conținuturi în Al, Mn, Si, Mg, Ba (<0,1%), Ca, Pb, Zn, Mo, Ti, Zr (<0,01%), Sn, V (<0,001%) sau Fe.

Ocurență. Apare în S.U.A. la Bisbée (Arizona), asociat tenoritului.

MONTROYDIT HgO

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,6375 : 1 : 0,5989.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,296; b_0=3,513; c_0=5,504 Å; conține Hg_2O_2. Z=2.

Habitus: cristale prismatice lungi [001], uneori plate (111). Fețele terminale cu striațiuni pe (011) || [100], pe (201) || [101]. Agregate compacte, masive. Forme principale: b (010), a (100), m (110), v (011), g (101), d (201), n (301), s (111). *Clivaj:* (010) perfect; lamelele sînt flexibile dar neelastice. $H=2^1/_2$. G=11,23. *Luciu:* sticlos, cu tendințe spre adamantin. *Culoare:* brun. *Urmă:* brun-gălbuie.

Proprietăți optice. Transparent în secțiuni subțiri; culori de la oranj, roșu la galben-pal. Orientarea $\alpha=a$, $\beta=b$, $\gamma=c$; indicii de refracție n_{Li}: α=2,37, β=2,50, γ=2,65. $2V\gamma$=mare.

Ocurență. Apare în S.U.A. la Terlingua, Brewster County (Texas) și la Redwood City, San Mateo County (California), asociat cu clorură de mercur, mercur, cinabru și dolomit.

LITARGA PbO

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,258.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,96; c_0=5,00 Å; conține Pb_2O_2. Z=2.

Habitus: cruste, cristale tabulare (001). Forme principale: c (001), a (010), m (110), r (011). *Clivaj:* (110) bun. H=2. G=9,14. *Luciu:* gras. *Culoare:* roșu.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, colorat în tonuri de la roșu la oranj-roșu; uniax negativ; indicii de refracție în λ_{Li}: ω=2,665, ε=2,535.

Ocurență. Este mineral supergen, format în zona de oxidare a unor filoane hidrotermale. Se găsește în S.U.A. în California, la Cucamonga Peak, San Bernardino County și la Fort Tejon, Kern County, asociat, probabil, auripigmentului, realgarului și ceruzitului.

MASSICOT PbO

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,459; b_0=4,723; c_0=5,859 Å; conține Pb_4O_4. Z=4.

Habitus: mase masive, cristale tabulare (100). *Macle:* vizibile la cristalele artificiale. *Clivaj:* (100) bun și (110) slab întrerupt. H=2. G=9,56. *Luciu:* gras. *Culoare:* galbenul sulfului, galbenul auripigmentului.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, colorat în nuanțe de galben-deschis; indicii de refracție în lumină de Li: α=2,51, β=2,61, γ=2,71; pleocroic; în tonuri galben de sulf — galben-închis, $2V_{\gamma,\alpha}$=mare$\approx$90°.

Ocurență. În România apare ca mineral supergen format în zona de oxidare a unor filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen. Este menționat sub numele de „Bleiglatte“ la Băiuț și Almașu Mic de Munte, asociat cu malachitul, azuritul și ceruzitul.

Apariții de massicot mai sînt legate de mineralizațiile hidrotermale din Mexic, din S.U.A. (California), din Australia de la Halls Peak (New South Wales).

3. TIPUL A_3X_4

MINIUM Pb_3O_4

Sistemul de cristalizare: mase compacte, pămîntoase sau pulverulente. $H=2^1/_2$. $G=8,9$. *Luciu:* gras. *Culoare:* roșu, brun-roșcat. *Urmă:* galbenă-oranj.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, colorat în roșu; pleocroism puternic: α=roșu-brun, γ=aproape incolor. Alungire negativă. Extincție dreaptă. Indicele de refracție $n_{Li}=2,42$. Birefringență slabă, cu culori de interferență caracteristice.

Ocurență. Apare în mineralizații hidrotermale, ca mineral supergen asociat galenei. În România se întîlnește în mineralizațiile metamorfozate din complexul șisturilor cristaline (Muncelu Mic), în mineralizațiile pirometasomatice-hipotermale, legate de erupțiile banatitice. Apare sub formă de cruste groase pe galenă cu ceruzit, impurificate cu oxizi de fier și cupru la Băița — Bihor. Se cunoaște în Marea Britanie la Anglese, Leadhills (Scoția), în S.U.A. la Leadville (Colorado), în Mexic la Bolanos, în U.R.S.S. în M. Altai, Siberia.

4. TIPUL A_2X_3

A. Grupa hematitului

CORINDON Al_2O_3

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,364; $\alpha=85°43'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,74$; $c_0=12,97$ Å; conține Al_4O_6. Z=2.

Habitus: cristale idiomorfe în formă de butoiaș; columnar, piramidal și tabular, atingînd uneori dimensiuni mari. Cele mai frecvente sînt fețele de prismă ditrigonale, bipiramide ditrigonale, romboedrice și de pinacoid; deseori, fețele de prismă și de bipiramidă și uneori de pinacoid prezintă striațiuni oblice; în unele cazuri se observă striațiuni orizontale din cauza maclării după fața de pinacoid. Frecvent în mase granulare. Formele principale: c (0001), m $(10\bar{1}0)$, a $(11\bar{2}0)$, iar r $(10\bar{1}1)$, s $(02\bar{2}1)$, n (2243).

$(0001)\wedge(11\bar{2}3)=61°11'$ $(0001)\wedge(01\bar{1}2)=57°35'$
$(0001)\wedge(11\bar{2}1)=79°37'$ $(0001)\wedge(10\bar{1}1)=72°23'$

Striațiuni (0001) || $[01\bar{1}0]$, linia de direcție $[11\bar{2}0]$.

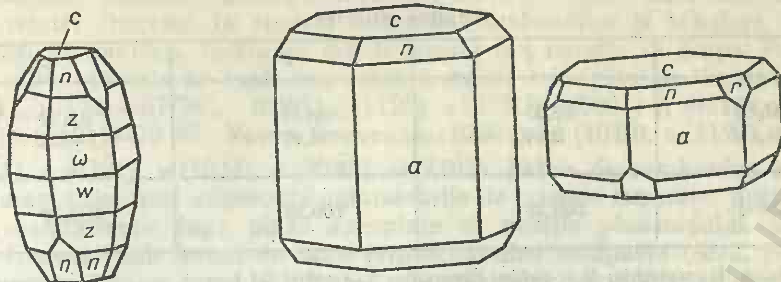


Fig. 42. Cristale de corindon.

Macle: (01$\bar{1}$2) și (0001) comune, (11$\bar{2}$0) tabulare sau după (10$\bar{1}$1). *Clivaj:* (10$\bar{2}$1) și (0001) foarte slab. *Spărtură:* neregulată sau concoidală. *Luciu:* perlat, adamantin sau sticlos. $H=9$. $G=4,9-4,10$.

Culoare: variată: albastru (safirul), roșu (rubinul), galben (topazul oriental), verde (smaragdul), violet (ametistul oriental), incolor și transparent (safirul alb sau leucosafirul); corindonul stelar prezintă fenomenul de asterism. Sub numele de „corundum" sau corindon comun sînt cuprinse varietățile puțin transparente chiar opace sau cele colorate în gri, verzui, roșu, albăstrui.

Masele granulare amestecate cu ilmenit, cuarț, magnetit și oligist sînt denumite emeri sau smirgel. Ele au duritate mare și sînt folosite la șlefuirea metalelor și a rocilor. Corindonul obținut artificial se numește *alundum*, pe această cale obținîndu-se și varietățile prețioase (rubin, safir etc.).

Proprietăți optice. În lumină transmisă, aproape incolor; pleocroism foarte slab; indicii de refracție $\omega=1,7653$, $\varepsilon=1,7573$. $\Delta=0,008$; culori de interferență slabe; uniax negativ.

Chimism și structură. Sînt cunoscute următoarele modificații polimorfe: α Al_2O_3-trigonal, cel mai stabil în condiții naturale, în intervalele de temperatură 500–1 500°C; β Al_2O_3-hexagonal, stabil la temperaturi foarte înalte; transformarea α Al_2O_3 în β Al_2O_3 are loc în intervalul de temperatură 1 500–1 800°C; această modificație se formează prin răcirea foarte lentă a topiturii de Al_2O_3; γ Al_2O_3-cubic, cu rețea cristalină de tipul spinelului, obținut sintetic prin calcinarea hidroxidului de aluminiu (böhmit) la temperaturi sub 900°C. La temperaturi mai mari nu este stabil și trece în α-Al_2O_3. În structura cristalină ionii de oxigen prezintă cea mai densă așezare hexagonală și sînt dispuși în strate perpendiculare pe axa ternară, suprapuse unul peste altul. Cationii de Al sînt dispuși sub formă de hexagoane între două din aceste strate (cu centrul liber), umplînd două treimi din golurile octaedrice (adică golurile dintre șase anioni de oxigen, dintre care trei aparțin unui strat, iar alți trei, rotiți față de primii cu 180°, aparțin altui strat de ioni de oxigen). În acest caz, grupele celor trei ioni de oxigen formează o față comună celor doi octaedri limitrofi din stratele planare. Este caracteristic faptul că stratele de oxigen sînt astfel suprapuse, încît în fiecare coloană de octaedri alternează două locuri ocupate cu unul liber, iar perechile de octaedri ocupați formează pe verticală axe ternare helicoidale.

Ocurență. Se întîlnește în roci magmatice de adîncime, bogate în alumină și sărace în silice; în sienite corindonice, în anortozite, mai rar, în andezite și bazalte. Se cunosc de asemenea pegmatite sienitice cu corindon.

Analize chimice

	1	2	3
Al_2O_3	99,27	99,39	99,30
Fe_2O_3	0,99	0,91	0,98
Total	100,26	100,30	100,28

1 — rubin, Kampuchia; 2 — rubin, Birmania; 3 — safir, Sri Lanka.

Corindonul se întîlneşte în zăcăminte metasomatice de contact, fiind localizat în calcare cristaline, în vecinătatea rocilor eruptive. El se află aici deseori reprezentat prin modificaţii preţioase, ca rubin, safir etc. În unele cazuri, zăcămintele de corindon se formează datorită acţiunii intense a agenţilor pneumatolitici asupra rocilor argiloase şi rocilor efuzive. Corindonul se asociază în acest caz cu minerale ca andaluzit, sillimanit, rutil, diaspor etc. Rocile cu corindon se pot forma, de asemenea, în urma metamorfismului regional fără legătură directă cu rocile eruptive. Fiind un mineral stabil din punct de vedere chimic, el se găseşte deseori în aluviuni.

În România apare ca mineral de contact în corneenele unor intruziuni vechi (Ditrău); în unele bauxite reziduale de vîrstă mezozoică, ca efect al metamorfismului termic (Remeţi); în corneenele şi enclavele banatitelor (Dognecea, Băiţa — Bihor, Pietroasa, Lunca, Poeni, Gilău); în magmatite neogene, de obicei în mod vizibil component al enclavelor (Băile Borşa, Deva, Săcărîmb, Căprioara), în aluviuni vechi (Ditrău, Pianu de Jos, Bistra, Cuza Vodă, Techirghiol).

Corindon comun este întîlnit în Sri Lanka, China, Elveţia, Italia (Piemonte), S.U.A. (statele New York, Massachussetts, Carolina de Nord) şi în U.R.S.S. (M. Ural).

Emeri sau smirghel se găseşte mai ales în Grecia în insulele Naxos, în Turcia la Izmir, în U.R.S.S. în M. Ural, în S.U.A. la Chester în Massachussetts.

Varietăţi preţioase apar în U.R.S.S. în Kazahstan (varietăţi albastru-închis sau gri), pe versantul oriental al Uralilor, pe malul lacului Irtîş. În Birmania se găseşte la Mandalay, sub formă de rubine, în Sri Lanka la Ratnapura şi la Rakwana, sub formă de safire albastre, în Kampuchia sub formă de safire şi rubine. Se mai întîlneşte în India, în Japonia (în mina Takayama), în Elveţia (la Campolongo, aproape de St. Gothard), în Madagascar (la Vatondrongy), în S.U.A. (la Warwich în statul New York, la Franklin Fumance şi Newton în statul New Jersey, precum şi în statele Pennsylvania, Virginia, California) şi în Canada (regiunea Ontario, la Craigmont) etc.

HEMATIT Fe_2O_3

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relaţia axială: a : c=1 : 1,3652; $\alpha=85°45^1/_2'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,029$; $c_0=13,73$ Å; conţine Fe_4O_6 în celulă elementară romboedrică. Z=4.

Habitus: cristale tabulare (0001), deseori în rozete, cu striaţiuni. Se întîlneşte relativ frecvent în cristale lamelare, romboedrice şi tabulare, care se formează în cavităţi. Cristalele pot fi izolate sau reunite în grupe. Feţele de romboedru sau cele de bază apar adesea striate triunghiular. Forme comune; $(0001) \wedge (01\bar{1}2)=57°36'$, $(0001) \wedge (11\bar{2}3)=61°31'$, $(0001) \wedge (01\bar{1}8)=21°30'$; $(0001) \wedge (11\bar{2}1)=79°37'$. Forme frecvente: c (0001), m $(10\bar{1}0)$, a $(11\bar{2}0)$, e $(01\bar{1}2)$, r $(10\bar{1}1)$, s $(02\bar{2}1)$, u $(10\bar{1}4)$, n $(22\bar{4}3)$, p $(24\bar{6}7)$. Feţele de romboedru au striaţiuni diagonale. Sînt cunoscute aglomerările de cristale lamelare, puţin deformate, concrescute după plane apropiate de poziţia pinacoidului. Se întîlneşte frecvent sub formă de mase criptocristaline compacte (ocru, roşu) sau în agregate foioase sau îmbricate cenuşii-strălucitoare (digist, specularit). Masele reniforme cu structură radiar fibroasă poartă numele de *glaskopf*. *Macle:* după (0001) de penetraţie sau $(01\bar{1}2)$ lamelare. *Clivaj:* absent, fisuri întrerupte după (0001) şi $(10\bar{1}1)$, datorită de regulă maclărilor şi fenomenelor de translaţie. *Spărtură:* neregulată sau aproape concoidală. Lamelele fine sînt elastice. $H=6^1/_2$. $G=5{,}26$. *Luciu:* metalic sau semimetalic. Se observă deseori reflexe albăstrui. *Culoare:* varietăţile cristaline de hematit au culoarea negru de fier pînă la cenuşiu de oţel. Privind prin lamelele foarte fine de hematit se vede o culoare de roşu-intens. Oxidul anhidru de fier, fiind fin dispersat în diferite minerale şi roci, le colorează în roşu-intens, ca de exemplu: jaspelitele — roci silicioase care au culoarea cerii roşii, marmorele roşii, şisturile argiloase roşii. *Urmă:* roşu-vişinie.

Proprietăţi optice. Este semitransparent numai în secţiuni foarte subţiri. În lumină transmisă, indicii de refracţie indică pentru lungimea de undă $\lambda=759$, valorile: $\varepsilon=2{,}904$; $\omega=2{,}690$. Pleocroism de la ε=roşu-gălbui la ω=roşu-brun; mineral uniax negativ. În lumină reflectată, culoarea este albă cu o slabă tentă cenuşiu-albăstruie. *R* în aer, pentru verde 26%, oranj 25%, roşu 21%, iar în imersie, pentru verde 15,5%, oranj 13,5%, roşu 10,5%. Prezintă anizotropie clară, mai ales în imersie. Frecvenţa reflexelor interne depinde de calitatea secţiunii.

Chimism şi structură. Este un oxid de fier, Fe_2O_3 cu Fe=69,94%, O= =30,06 (total=100%). În constituţia chimică se semnalează permanent prezenţa Ti, datorită soluţiei solide realizată cu ilmenitul. Se cunosc două modificaţii polimorfe de Fe_2O_3, anume: α-Fe_2O_3 — trigonal şi stabil; γ-Fe_2O_3 (maghemit) — cubic şi instabil. În cantităţi mici se remarcă şi prezenţa apei (hidrohematit întîlnit de regulă sub formă colomorfă). Sub formă de impurităţi chimice apar prezente alumina şi silicea. Structura este analoagă cu cea a corindonului.

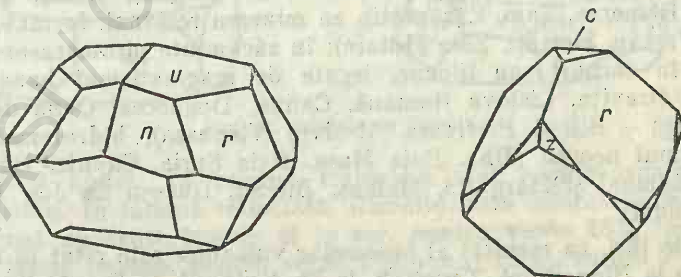


Fig. 43. Cristale de hematit.

Geneză. Hematitul se formează prin oxidare, în cele mai variate tipuri genetice de zăcăminte şi roci. Temperatura de formare poate varia în limite largi, dar la temperaturi mari devine instabil. Prin procese de afiliaţie magmatică, hematitul poate apare în cantităţi neînsemnate în roci acide intrusive şi în pegmatite. În cantităţi mai mari se dezvoltă în zăcăminte hidrotermale, asociat cuarţului, baritinei, uneori magnetitului etc. Se semnalează deseori fenomenul de reducere ulterioară a hematitului, acesta transformîndu-se în magnetit; pseudomorfoza magnetitului după hematit se numeşte „muşchetovit"; în alte cazuri se produce fenomenul invers — transformarea magnetitului în hematit; pseudomorfoza hematitului după magnetit se numeşte „martit". Aceste procese (muschetovitizare-martitizare) sînt legate de schimbarea potenţialului de oxidare şi de reducere după depunerea acestor minerale din soluţiile hidrotermale. Hematitul se întîlneşte şi ca produs al emanaţiilor vulcanice, în cantităţi neînsemnate, fie sub formă de cristale, fie ca eflorescenţe pe pereţii craterelor vulcanice şi în crăpăturile lavelor.

În procesele metamorfismului regional, în condiţiile unor temperaturi şi presiuni ridicate, hematitul se formează prin deshidratarea zăcămintelor sedimentare de limonit. Se obţin astfel hematite oolitice, cuarţite feruginoase.

Prin procese exogene în zona de alteraţie, în condiţiile unui climat arid, se formează hematit prin deshidratarea hidroxizilor de fier. Această trecere ireversibilă se pune în evidenţă uşor pe cale artificială, prin deshidratarea treptată a goethitului. Uneori, hematitul şi hidrohematitul se asociază cu diaspor şi böhmit. În ţările cu climă caldă, în părţile superioare ale zăcămintelor de magnetit se observă, uneori, procesul de martitizare.

În zona de oxidare, hematitul este un mineral stabil din punct de vedere chimic; se pot produce doar fenomene de dezagregare a maselor de hematit, care trec în mase pulverulente, roşii.

Ocurenţă. În România hematitul apare în şisturi cristaline, în corpuri lentiliforme independente sau asociate cu siderite, cu mineralizaţii piritoase, manganoase sau cu serpentinite (Răzoare, Cîrlibaba, Iacobeni, Vatra Dornei, Păltiniş, Crucea, Bălan, Bădeni, Masivele Lotru, Parîng şi Sebeş, Gura Văii, Ogradena, Dubova, Sviniţa, Teliuc, Ghelar, Vadu Dobrii, Ruşchiţa, Luncani, Muncelu Mic, munţii Drocea şi Highiş, Brusturi, Masivul Bihor, Avram Iancu, Buru, Iara); împreună cu cuarţ în filonaşe, în granite paleozoice sau legat de ele (Masivul Căpăţînii, Măcin, Turcoaia, Cîrjelari, Poşta, Mircea Vodă); în cuiburi şi filoane asociate unor porfire triasice (Greci, Turcoaia, Cîrjelari, Floreşti, Valea Teilor, Iulia, Altîn-Tepe, Camena); în legătură cu lamprofire şi ofiolite mezozoice (Gemenea, Tulgheş, Cuiaş, Roşia Nouă, Pîrneşti, Remetea, Zam, Căzăneşti); ca minereu rezidual, format pe un relief carstic (Vaşcău, Remeţi, Zece Hotare); în zăcăminte pirometasomatice-hidrotermale, în corpuri sau filoane, legate de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Oraviţa, Ciclova Română, Calina, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Băiţa — Bihor, Pietroasa, Masivul Vlădeasa); hidrotermal, legat de magmatismul neogen (Ilba, Baia Mare, Baia Sprie, Cavnic, Băiuţ, Rodna, munţii Călimani şi Harghita, Malnaş, Bicsad, Racoşu de Jos, Deva, Săcărîmb, Hondol).

În alte ţări, ca rezultat al proceselor vulcanice este citat în insula Elba, în Elveţia la Binnenthal, Tavetsch, la St. Gothard, în Franţa lîngă Limoges, în Norvegia la Kragerö şi Arendal, în Suedia la Långban, Striberg, Blölberg

și Nordmark. Ca hematit roșu, sub formă de mase rotunjite compacte sau cu structură fibroasă concentrică, se întîlnește în R. D. Germană, R. F. Germania, R. S. Cehoslovacă, Italia (Sicilia), Spania, în U.R.S.S. la Krivoi-Rog, la Magnitnaia și Vîsokaia, în Canada, Brazilia, Chile, S.U.A. (în statele Michigan, Minnesota, New York, Pennsylvania, Alabama).

B. Grupa ilmenitului

Din această grupă fac parte *ilmenitul* — $FeTiO_3$, *geikielitul* — $MgTiO_3$ și *pirofanitul* — $MnTiO_3$, care cristalizează în sistemul trigonal, $\bar{3}$, și prezintă relații de miscibilitate continuă. Pentru o evidențiere mai sugestivă a variației proprietăților fizice în funcție de compoziția chimică aceste trei minerale vor fi tratate în comun.

Relația axială:

ilmenit $a : c = 1 : 1{,}385$; $\alpha = 85°08'$; $\lambda = 94°29'$.
geikielit $a : c = 1 : 1{,}386$; $\alpha = 85°06^1/_2'$; $\lambda = 94°30^1/_2'$.
pirofanit $a : c = 1 : 1{,}398$; $\alpha = 84°44^1/_2'$; $\lambda = 94°49'$.

Dimensiunea celulei elementare:

ilmenit $a_0 = 5{,}090$; $c_0 = 14{,}070$ Å.
geikielit $a_0 = 5{,}086$; $c_0 = 14{,}093$ Å.
pirofanit $a_0 = 5{,}126$; $c_0 = 14{,}333$ Å.

Conține $(Fe, Mg, Mn)_2Ti_2O_6$. $Z = 2$.

Habitus: cristale tabulare (0001), cu habitus hexagonal, cristale prismatice $(10\bar{1}0)$, $(11\bar{2}0)$, cristale romboedrice, uneori cristale lamelare. Formele cele mai frecvente pentru ilmenit sînt: $(0001) \wedge (01\bar{1}2) = 57°54'$; $(0001) \wedge (10\bar{1}4) = 38°33'$; $(0001) \wedge (11\bar{2}3) = 61°29'$. Forme principale pentru geikielit c (0001), r $(10\bar{1}1)$, $\varnothing$ $(50\bar{5}8)$, iar pentru pirofanit c (0001), a $(11\bar{2}0)$, g $(10\bar{1}2)$, s $(02\bar{2}1)$. *Macle:* ilmenit după (0001) sau $(10\bar{1}1)$ lamelare. *Clivaj:* la ilmenit este absent, la geikielit după $(10\bar{1}1)$, iar la pirofanit $(02\bar{2}1)$ perfect și $(10\bar{1}2)$ slab. La ilmenit se remarcă fenomene de translație după (0001) și $(10\bar{1}1)$, care reprezintă planul de maclă. *Spărtură:* concoidală sau subconcoidală. $H = 5-6$. G pentru ilmenit $= 4{,}72$, pentru geikielit $= 4{,}20$, pentru pirofanit $= 4{,}54$. *Culoare:* negru de oțel (ilmenit), negru-brun (geikielit), roșu puternic (pirofan). *Luciu:* metalic și semimetalic. *Urmă:* neagră (ilmenit), brună, roșie și ocru-gălbuie (pirofanit).

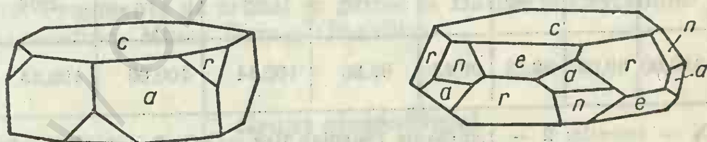


Fig. 44. Cristale de ilmenit.

Proprietăți optice. În lumină transmisă sînt semitransparente. Sînt uniaxe negative. În lumină reflectată, ilmenitul este colorat în cenușiu-albicios, este mat cu tente brune. R în aer, pentru verde 18%, oranj 18%, roșu 18%, iar în imersie, pentru verde 7%, oranj 7,5%, roșu 6,5%. Bireflexia este foarte slabă în aer, nefiind remarcată decît la limitele granulelor,

Tabelul 49

Proprietăți optice

Mineral	ε	ω	Culoare	Pleocroism	Birefringență
Ilmenit	opac, refringență extremă		roșu-închis	—	foarte ridicată
Geikielit	2,31	1,95	roșu-purpuriu	slab $\omega > \varepsilon$	0,360
Pirofanit	$2{,}441_{Li}$ $2{,}481_{Na}$	$2{,}21_{Na}$	roșu-gălbui	nepleocroic	0,271

dar în imersie se observă bine, servind la distingerea ilmenitului de magnetit și cromit. Anizotropia este clară, atît în aer cît și în imersie. Reflexele interne, de culoare roșu-închis, se observă foarte rar.

Chimism și structură. Rețeaua cristalină este asemănătoare cu aceea a corindonului, cu deosebirea că locurile Al sînt ocupate alternativ de Fe^{2+} și Ti^{4+}. Această înlocuire cu ioni diferiți duce la o micșorare a simetriei rețelei cristaline. Se presupune un amestec izomorf a Fe^{2+}, Mg^{2+} și Mn^{2+}; (Fe, Mg, Mn)TiO_3. În geikielit (Mg, Fe)TiO_3, raportul Mg : Fe este 8 : 1, iar în pirofanit (Mn, Fe)TiO_3 raportul Mn : Fe este 5 : 7. Ilmenitul, la temperaturi comune, conține Fe_2O_3, care, deseori, în raport cu conținutul pe care îl indică, poartă denumiri diferite; de regulă este în jur de 6%, probabil datorită soluției solide cu hematit sau magnetit.

Tabelul 50

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TiO_2	52,66	52,50	51,32	54,20	48,88	63,77	66,46	50,49	52,97
FeO	47,34	44,32	42,38	42,85	25,44	6,34	—	—	—
MgO	—	0,79	—	—	6,26	28,50	33,54	—	—
MnO	—	1,36	3,37	—	2,60	—	—	46,92	47,03
Fe_2O_3	—	—	2,10	2,58	8,94	1,93	—	1,16	—
Rez.	—	0,06	0,36	—	7,68	—	—	2,06	—
Total	100,00	99,03	99,53	99,63	99,80	100,54	100,00	100,63	100,00

1 — $FeTiO_3$ — teoretic; 2 — Lundsvale (Suedia); Rez.=CaO; 3 — Ambatofotsikely (Madagascar); Rez. SiO_2=0,16, U_3O_8=0,20; 4 — Tundra Hibin, Siberia (U.R.S.S.); 5 — Pelotas (Brazilia); Rez. SiO_2=5,30, CaO=2,38; 6 — Geikielit (Sri Lanka); 7 — $MgTiO_3$ — teoretic; 8 — Pirofanit — Pajsberg (Suedia); Rez. SiO_2=1,58, Sb_2O_3=0,48; 9 — $MnTiO_3$ — teoretic.

Ocurență. Ilmenitul apare diseminat în rocile bazice eruptive, gabbrouri, diabaze, piroxenite etc., asociat de obicei cu magnetitul. În unele cazuri este prezent în roci alcaline, precum și în pegmatite sienitice, în parageneză cu

feldspații, biotitul, ilmenito-rutilul. Prin alterație dă naștere așa-numitului *leucoxen*; se cunosc cazuri de transformare a ilmenitului într-un amestec de hematit și rutil păstrîndu-și însă formele exterioare ale cristalelor de ilmenit.

În România, ilmenitul este întîlnit, ca mineral accesoriu, în roci de tipul amfibolitelor și serpentinitelor din fundamentul cristalin din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni, M. Dobrogei. De asemenea, în granitele paleozoice din M. Apuseni și M. Dobrogei; în diabazele și lamprofirele mezozoice din Carpații Orientali; în ofiolitele mezozoice din M. Apuseni; în gabbrourile cu magnetit și în doleritele de la Căzănești și Ciungani, împreună cu hematit, ca granule sau lamele separate prin dezamestec după planul (111) în magnetit; la Cuiaș în gabbrouri cu magnetit, uneori transformat în hematit și la Almaș-Săliște ca lamele de dezamestec după (111) în magnetitul din gabbrouri și hiperite; în granodioritele banatitice din M. Apuseni; în fracțiunea grea a unor aluviuni din Carpații Meridionali, din Subcarpați și din M. Apuseni la Poieni și la Roșia Montană; în nisipuri aluvionare de pe litoralul Mării Negre (Sf. Gheorghe, Chituc) și la Glogova.

Varietăți de ilmenit, reprezentînd termeni intermediari cu seria ilmenit-pirofanit și ilmenit-geikielit, apar la Ditrău.

În alte țări se găsește în U.R.S.S. în pegmatitele din M. Ilmen, aproape de Aliask; în Norvegia la Kragerö, la Egersund-Soggendal, Arendal, Snarum, Isserwiese; în Franța la Bourg d'Oisans; în S.U.A. la Chester, Warwick, Amity și Monroe (New York), în Virginia (varietatea nelsonit), în Connecticut la Litchfild (varietatea washingtonit); în Cornwall la Menaccan (varietatea menaccamit).

Geikielitul se întîlnește în Sri Lanka (districtul Rakwana) și în calcarele brucitice de la Riverside din California.

Pirofanitul se găsește în Suedia în mina Harstig și în Brazilia la Queluz, Ouro Preto, Minas Geraes.

SENAIT $(Fe, Mn, Pb)TiO_3$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$.

Relația axială: a : c=1 : 1,011.

Habitus: asemănător ilmenitului. Forme principale: c (0001), r $(10\bar{1}1)$, s $(20\bar{2}1)$, z $(40\bar{4}1)$. *Spărtură:* concoidală. $H=6$. $G=5,301$. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* neagră, brună.

Proprietăți optice. În lumină transmisă $n_{Li}=2,50$; uniax negativ; birefringența moderată; nepleocroic.

Ocurență. Fragmente de cristal se găsesc la Dattas și Curralinho în apropiere de Diamantina, Minas Geraes (Brazilia).

C. Grupa arsenolitului

ARSENOLIT As_2O_3

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11,08$ Å; conține $As_{32}O_{48}$. Z=16.

Habitus: cristale octaedrice, cristale alungite, agregate stelare sau cruste. Forme principale: o (111) și d (011), deseori în cruste sau mase pămîntoase.

Clivaj: (111) bun. *Spărtură:* concoidală. $H=1^1/_2$. $G=3{,}88$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor sau colorat în galben-deschis. *Urmă:* albă, galben-pal.

Proprietăți optice. Transparent; în lumină transmisă este izotrop, deseori anomalii optice, birefringență slabă, $n_{Na}=1{,}755$ și $n_{Li}=1{,}748$.

Chimism. Este un trioxid de arsen dimorf cu claudetitul. Compoziția: $As=75{,}74$ și $O=24{,}26\%$ (total 100%).

Ocurență. În România se găsește în zone de oxidație ale filoanelor hidrotermale, în mineralizațiile legate de magmatismul neogen (la Cavnic, Săcărîmb și Zlatna), asociat cu realgar, auripigment, arsen, pirargirit, blendă.

Se întîlnește în R. S. Cehoslovacă la Smolnik și la Ioachimov, în R. F. Germania la Andreasberg, în Franța, în S.U.A. în California, în Italia la Sondalo și Borgofranco, în regiunea Torino, în Peru la Moracocha și Tarma.

SENARMONTIT Sb_2O_3

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11{,}16$ Å; conține $Sb_{32}O_{48}$. $Z=16$.

Habitus: cristale octaedrice, uneori dezvoltate după direcția diagonală, alteori turtite. Forme principale: a (001), d (011), o (111). Mase granulare sau cruste. *Clivaj:* (111) slab. *Spărtură:* neregulată. $H=2$. $G=5{,}2-5{,}3$. *Luciu:* rășinos, tinde spre luciul adamantin. *Culoare:* alb-cenușiu. *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. Transparent, în lumină transmisă este slab colorat, prezintă culori anomale de birefringență, $n_{Na}=2{,}087$, $n_{Li}=2{,}073$, izotrop.

Chimism. Este un trioxid de stibiu, dimorf cu valentinitul. Compoziția: $Sb=83{,}54\%$ $O=16{,}48\%$ (total=100%). Temperatura de transformare: 570°C.

Ocurență. Apare ca mineral secundar, caracteristic zonelor de oxidație, mai rar decît valentinitul. Este citat la Peruck în Slovacia, în Algeria la Djebel, în Sardinia, în Canada la South Ham, în Anglia și în Kalimantan.

CLAUDETIT As_2O_3

Sistemul de cristalizare: monoclinic, $2/m$.

Relația axială: $a:b:c=0{,}4093:1:0{,}3493$; $\beta=94°20'$.

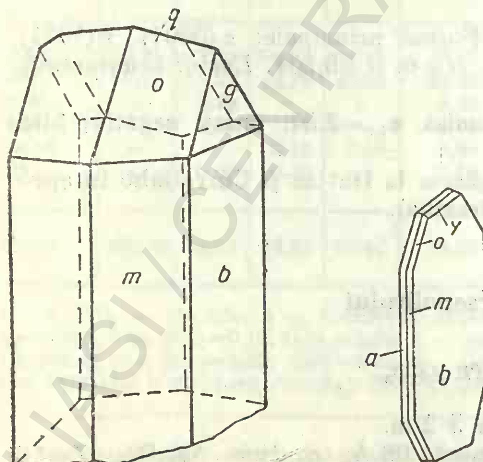


Fig. 45. Cristale de claudetit: b(010); a(100); m(110); q($\bar{1}$01); g($\bar{1}$11); γ(011); o(111).

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}26$; $b_0=12{,}90$; $c_0=4{,}55$ Å; conține As_8O_{12}. $Z=4$.

Habitus: cristale plate (010), alungite [001], fie (111) și ($\bar{1}$11); se aseamănă gipsului. Forme principale: b (010), a (100), s (130), r (120), m (110), d (101), q ($\bar{1}$01), g ($\bar{1}$11), o (111). *Macle:* (100) de penetrație. *Clivaj:* (010) perfect. $H=2$. $G=4{,}15$. *Luciu:* sticlos, pe suprafețele de clivaj sidefos. *Culoare:* alb.

Proprietăți optice. Transparent; în lumină transmisă este slab colorat; orientarea $\alpha \wedge c=84°$, $\beta=b$, $\gamma \wedge c=6°$. Indicii de refracție ridicați: $\alpha=1{,}871$, $\beta=1{,}920$, $\gamma=2{,}010$; $\Delta=0{,}139$; biax pozitiv; $r<v$.

Ocurență. Apare ca mineral secundar, în zone de oxidație, asociat realgarului, auripigmentului, arsenopiritei și altor minerale cu arsen. Frecvent se găsește alături de produse de sublimare.

Se întîlnește în R. S. Cehoslovacă la Smolnik, în Portugalia la San Domingos, Algarve, în Spania la Calanas (Andaluzia), în S.U.A. în Imperial County (California), Butte (Montana).

VALENTINIT Sb_2O_3

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,3939 : 1 : 0,4339.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,93$; $b_0=12,48$; $c_0=5,43$ Å; conține Sb_8O_{12}. Z=4.

Habitus: prismatic după [001] sau [100], uneori tabular (010). Fețele de prismă au striațiuni paralele cu [001] sau [100]; agregate granulare plate, mase masive, columnare. *Clivaj:* (110) aproape perfect, (010) imperfect. $H=2^1/_2-3$. $G=5,76$. *Luciu:* adamantin, pe suprafețe de clivaj sidefos. *Culoare:* alb-închis, uneori gălbui, roșu, gri-brun. *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. Transparent. În lumină transmisă secțiunile paralele cu (001) sînt colorate de la roșu la gălbui și cele paralele cu (010) de la verde la albastru. Orientarea: α=a, β=b, γ=c, n_{Na} — pentru $\alpha=2,18$, $\beta=2,35$, $\gamma=2,35$. Biax negativ cu 2V mic, spre uniax.

Ocurență. Se formează în procesele de alterare a minereurilor bogate în stibiu, mai ales cu stibină, fiind mai răspîndit decît senarmontitul. Se asociază cu stibină, stibiu nativ, kermesit, tetraedrit și alte minerale cu stibiu.

În România este semnalat în mineralizațiile aurifere de la Baia Mare și Baia Sprie, iar asociat antimonitului la Săcărîmb și la Măgura Toplița.

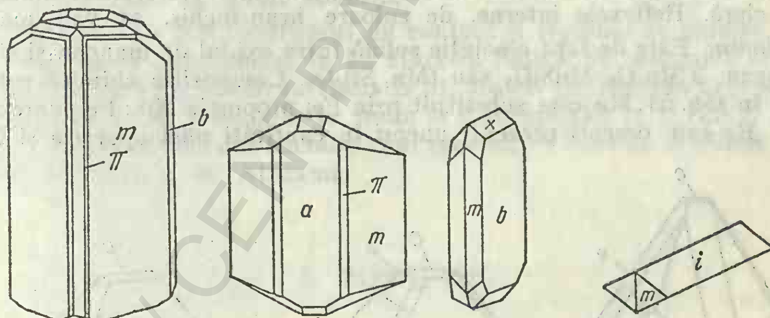


Fig. 46. Cristale de valentinit: π(310); b(010); m(110); i(011); p(031); x(021); r(112).

A fost descris prima oară la Chalanches (nord de Allemont) în Franța. Se întîlnește în R. D. Germană la nord de Freiberg ; în R. S. Cehoslovacă la Přibram; în R. F. Germania la Wolfsburg; în Sardinia la Suergin; în Canada la South Ham; în Bolivia la Potosi. În S.U.A. apare în districtul Ochoco Crook County, statul Oregon.

BIXBYIT $(Mn, Fe)_2O_3$

Sistemul de cristalizare: cubic, 2/m $\bar{3}$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9{,}395$ Å; conţine $(Fe, Mn)_{32}O_{48}$. Z=16.

Habitus: cubic, cu feţe principale: a (001), o (111), n (112). *Macle:* (111) macle de penetraţie. *Clivaj:* (111) slab. *Spărtură:* neregulată. $H=6^1/_2$. $G=4{,}9-5$. *Luciu:* metalic sau semimetalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* neagră.

Chimism şi structură. Reţeaua cristalină este de tipul cub centrat intern. Poziţiile Fe şi uneori Mn sînt substituite parţial prin Ti.

Ocurenţă. Se întîlneşte, alături de topaz şi granat, în riolite în S.U.A. (în Utah şi New Mexico), în Patagonia la Rio Chubut, în Spania la Ribes, în India la Sitapár şi Chhindwara, în Africa de Sud la Postmasburg, în Suedia la Långban şi la Ulefors.

BRAUNIT $(Mn, Si)_2O_3$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : c=1 : 1,4070.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9{,}41$; $c_0=18{,}64$ Å; conţine $(Mn, Si)_{128}O_{192}$; raportul Mn : Si=7 : 1. Z=8.

Habitus: cristale piramidale (011) şi (131). Striaţiuni paralele cu (001), cu (201) sau cu (010). Mase granulare masive. Forme principale: c (001), a (010), m (110), e (011), s (021), n (112), p (111), y (133), x (131). *Macle:* (112). *Clivaj:* (112) perfect. *Spărtură:* neregulată sau subconcoidală. $H=6-6^1/_2$. $G=4{,}7-4{,}9$. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru-brun, cenuşiu. *Urmă:* brună.

Proprietăţi optice. În lumină reflectată prezintă culoare cenuşie cu tente brunii. *R* în aer, pentru verde 18,5%, oranj 16,5%, roşu 16%, iar în imersie, pentru verde 10%, oranj 8%, roşu 8%. Efectele de anizotropie sînt destul de slabe în aer, dar în imersie, la o iluminare puternică, anizotropia devine clară. Reflexele interne, de culoare brun-închis, se văd mai rar.

Chimism. Este de fapt o soluţie solidă între oxidul de mangan şi silicatul de mangan: $3\,Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$ sau $(Mn, Si)_2O_3$. Compoziţia chimică este prezentată în tab. 51. Mn este substituit prin Fe; proporţia Mn : Fe poate ajunge la 5 : 1. Ba este deseori prezent; uneori în cantităţi mici apar Ca şi Mg.

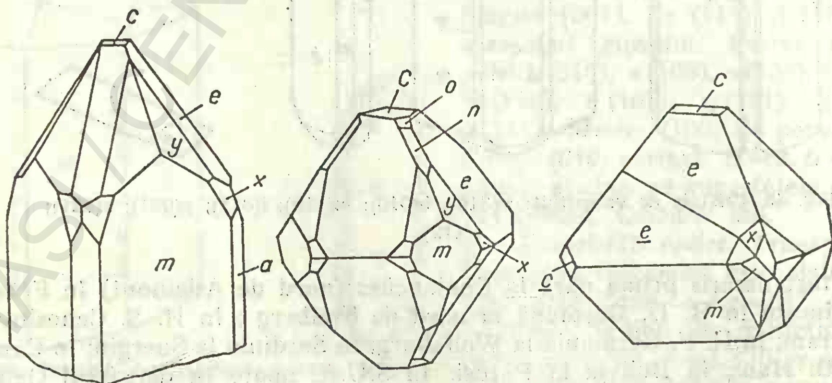


Fig. 47. Cristale de braunit: c(001); y(133); x(131); a(010); m(110); e(011); n(112).

Tabelul 51

Analize chimice

	1	2	3
MnO	82,13	78,91	74,40
O	7,94	7,35	7,50
Fe_2O_3	—	—	3,80
FeO	—	3,81	—
CaO	—	0,34	0,50
SiO_2	9,93	9,89	9,80
Rez.	—	0,15	4,30
Total	100,00	100,45	100,30

1 — Mn_7SiO_{12}; 2 — Långban (Suedia); Rez. MgO=0,15; 3 — St. Marcel (Piemonte — Italia); Fe_2O_3, incluziuni de Al_2O_3. Rez.= MgO=1,00, gangă 2,60; PbO, CuO, BaO, alcalii, H_2O=0,70.

Ocurență. Se întîlnește, asociat cu diferite minerale de mangan și fier, în filoanele minereurilor de fier și în formațiuni metamorfozate de contact. Formarea sa este legată de anumite valori ale potențialului de oxidare și reducere, de regulă, de mediul reducător; în mediu puternic reducător este substituit de hausmanit. Se mai întîlnește în filoane hidrotermale, în asociație cu diferite minerale de mangan și fier, baritină și cuarț. Se găsește în zăcăminte sedimentare de mangan, metamorfozate regional.

Braunitul nu este stabil în zona de oxidație, se oxidează treptat, transformîndu-se în *psilomelan*, iar apoi, în prezența unui exces de O_2, trece în *piroluzit*, mai stabil în aceste condiții.

În legătură cu metamorfismul de contact și regional se găsește în Suedia la Långban și Jakobsberg; în M. Harz în filoane de manganit la Ohrenstock, la Elgersburg și Ilfeld; în Italia la St. Marcel (în Piemonte) și în insula Elba; în Norvegia la Telemark; în India la Kacharwaki; în U.R.S.S. în sedimentarul metamorfozat din Kazahstanul central; în Brazilia la Minas Geraes; în Chile la Huasco, în Atacama.

5. TIPUL AX_2

A. Grupa rutilului

Mineralele rutil, piroluzit, casiterit și platnerit, diferite prin compoziția chimică, arată tendința de a se forma serii între speciile minerale, indiferent de variațiile razelor ionice ale cationilor. Cristalele au tendință de a apărea sub forme piramidale, cu striațiuni paralele cu [001] și cu un clivaj imperfect, exceptîndu-se piroluzitul care are un clivaj distinct după (110). Aceste minerale nu sînt legate genetic între ele, formîndu-se în condiții diferite.

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : c=1 : 0,6442.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,59; c_0=2,96 Å; conţine Ti_2O_4. Z=2.

Habitus: foarte caracteristic, prismatic, columnar, pînă la acicular; frecvent se observă striaţiuni paralele cu axul principal „c". Se cunosc concreşteri fibroase, reticulare, numite *sagenit.* Se cunosc şi concreşteri regulate ale cristalelor de rutil cu cristalele de hematit, axa cuaternară a rutilului coincizînd cu una din axele binare ale hematitului. Cristalele aciculare şi capilare de rutil se semnalează uneori sub formă de snopi incluşi în cristalele transparente de cuarţ. Mase granulare masive. Forme principale: c (001), a (010), m (110), l (130), h (120), e (001). *Macle:* pot fi formate din 2, 3 sau chiar 8 cristale; uneori ele sînt ciclice, caz în care axa verticală a maclei este situată în acelaşi plan (fig. 48, d); alteori, axa verticală nu mai este în acelaşi plan. Unele macle au formă de inimă cu planul de maclare (301). Caracteristică este macla în genunchi cu planul de concreştere (101) (fig. 48, c). *Clivaj:* (110) bun, (100) slab, (111) foarte slab. *Spărtură:* concoidală, subconcoidală sau neregulată. *H*=6. *G*=4,2—4,3. *Culoare:* de obicei galben-închis, brun, roşu şi negru *(nigrin).* Varietăţile incolore sau slab colorate sînt extrem de rare; cele cu conţinuturi în Fe^{3+}, Nb^{5+} şi Ta^{5+} sînt negre, iar cele cu Cr^{3+} sînt colorate în negru, cu reflexe verzi. *Urmă:* brun-deschisă sau galbenă, uneori cenuşie (pentru varietăţile cu Nb^{5+}, Ta^{5+}) sau neagră.

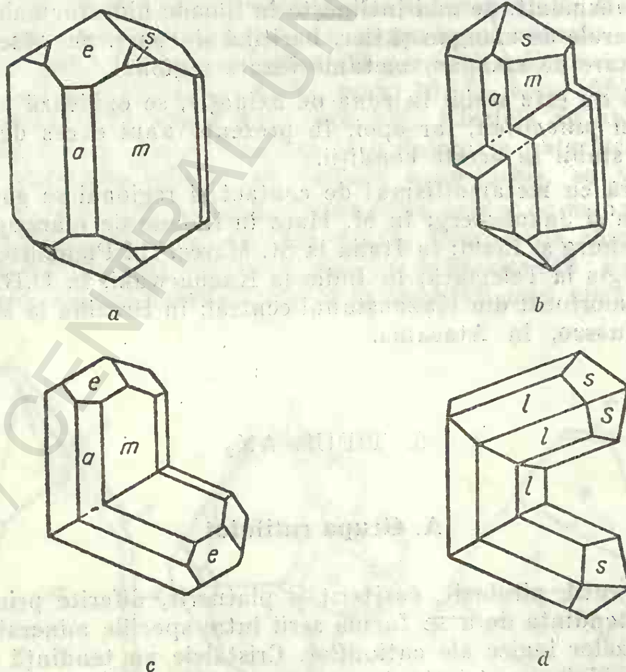


Fig. 48. Cristale de rutil:
a — cristal prismatic; *b* — maclă polisintetică; *c* — maclă în genunchi; *d* — maclă cu axa verticală în acelaşi plan.

Proprietăți optice. În secțiuni subțiri este transparent; varietățile cu Nb^{5+}, Ta^{5+}, Fe^{3+} au o transparență mai scăzută, chiar în secțiunile foarte subțiri. În lumină transmisă culoarea este brun-roșcată. Culorile închise sînt impuse de prezența Fe^{3+}, iar varietățile cu conținuturi în Nb^{5+} și Ta^{5+} arată variații de la brun la verde, uneori fiind opace. De regulă, pleocroismul este clar și indică treceri între roșu, brun, verde sau galben. Absorbția maximă este caracteristică varietăților cu Fe^{3+}, Nb^{5+} și Ta^{5+}. $\varepsilon > \omega$. Indicii de refracție descresc odată cu creșterea temperaturii în mod constant; descreșterile indicelui ε sînt mai rapide, astfel încît se sesizează descreșteri remarcabile ale birefringenței, atingînd uneori valori scăzute (700°C) (tabelul 52).

Tabelul 52

Variațiile refringenței în funcție de T°C la $\lambda = 589,3$

T	25°	75°	110°	150°	300°	450°
ε	2,6124	2,6092	2,6087	2,6062	2,5992	2,5953
ω	2,8993	2,8943	2,8920	2,8888	2,8770	2,8679

Tabelul 53

Variațiile refringenței în funcție de λ la T = const. (25°C)

λ	546,07	579,07	607,27	623,43	671,63	690,75
ε	2,6505	2,6211	2,6001	2,5890	2,5643	2,5555
ω	2,9467	2,9085	2,8842	2,8712	2,8397	2,8294

Aceleași descreșteri se înregistrează și la variațiile lungimilor de undă, în condiții de temperatură constantă (tabelul 53). Este uniax pozitiv; uneori arată anomalii optice, comportîndu-se biax, fenomen observat la cristalele care au suferit deformări. În lumină reflectată, culoarea este cenușiu-deschis. *R* în aer, pentru verde este 20,5%, oranj 18%, roșu 17,5%, iar în imersie, pentru verde 9%, oranj 7%, roșu 6%. Bireflexia în aer se vede doar la limita dintre granule și la indivizii maclați; în imersie ea este mult mai clară. Prezintă anizotropie clară și reflexe interne foarte evidente, în culori de galben-deschis, brun, roșu-închis, verzui, care maschează deseori anizotropia.

Chimism și structură. Rețeaua cristalină a rutilului este caracterizată prin plane cu așezare compactă a ionilor, care apar sub formă de coloane paralele cu axa principală de simetrie a cristalelor. Fiecare ion de titan este înconjurat de șase ioni de oxigen, care se dispun în vîrfurile unui octaedru aproape regulat, iar fiecare ion de oxigen este înconjurat de trei ioni de titan (ca un triunghi aproape echilateral). Acești octaedri din structura cristalină a rutilului suferă o alungire după direcția axului „c", formînd coloane dreptunghiulare, ceea ce determină aspectul acicular sau baccilar al cristalelor, cu

direcțiile planelor de clivaj paralele cu alungirea indivizilor. De asemenea, la rutil este caracteristic faptul că fiecare octaedru de TiO_6 are cîte două muchii comune cu doi octaedri vecini. Întrucît la rutil alungirea în direcția axului ternar a coloanelor ionilor de oxigen așezați compact coincide de fapt uneia din cele trei direcții posibile în planul celei mai compacte așezări hexagonale, nu este întîmplătoare existența maclelor în genunchi și concreșterile ciclice cu unghiul de circa 120° între indivizi, adică corespunzător direcțiilor rețelei hexagonale; așa pot apărea maclele ciclice cu aspect pseudohexagonal. Din această cauză se produce și concreșterea regulată (sub unghiul de 120°) a cristalelor acciculare sau prismatice de rutil cu cristalele de hematit, după pinacoidul bazal (0001), mică și alte minerale, ale căror fețe sînt reprezentate prin planele cu cea mai compactă așezare a ionilor de oxigen.

Chimic este un bioxid de titan, cu conținuturi marcante în Nb^{5+}, Ta^{5+}, Fe^{3+}, Fe^{2+}; mai rar apar în proporții scăzute Ce^{3+}, Sn^{3+} și V^{3+}.

Formula teoretică va fi de forma: $Fe_x^{2+}(Nb, Ta)_{2x}Ti_{1-3x}O_2$, unde: x=0,2. Există un paralelism al chimismului rutilului cu tapiolitul $Fe(Ta, Nb)_2O_6$. Compoziția chimică este prezentată în tabelul 54.

Tabelul 54

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6
FeO	0,78	—	—	15,84	11,38	10,56
SnO_2	—	—	—	0,05	—	—
Fe_2O_3	—	2,62	11,03	—	—	—
TiO_2	98,96	97,46	89,49	71,15	41,20	53,04
Nb_2O_5	—	—	—	—	23,48	21,73
Ta_2O_5	—	—	—	10,14	23,48	14,70
Rez.	0,54	—	0,45	1,80	0,68	urme
Total	100,28	100,08	100,97	98,98	100,22	100,03

1 — Prilipeč (Serbia, R. S. F. Iugoslavia); Rez. Cr_2O_3=0,03, V_2O_3=0,13, H_2O=0,38. 2 — M. Graves (Georgia, S.U.A.). 3 — Ferrutil (nitrin); Bavaria (R. F. Germania). 4 — Tantal rutil (strüverit); Ampangabè (Madagascar); Rez. Al_2O_3=1,80. 5 — Niobiurutil; Caraveggia (Piemonte, Italia); Rez. CaO=0,51, MgO=0,17, MnO=urme. 6 — Ilmenorutil; M. Ilmen (U.R.S.S.).

Ocurență. În natură se formează în diferite condiții. Uneori este semnalat în roci eruptive (sienite, mai rar granite), alteori, în cantități neînsemnate, în pegmatite sau în unele filoane hidrotermale. Apare în asociație cu cuarț, minerale de titan și fier (ilmenit, ilmenorutil, hematit, magnetit) sau alteori cu corindon ori alte minerale. Se cunosc apariții de rutil ca neoformații în produsele exogene rezultate în urma descompunerii mineralelor de titan, apoi în cantități reduse și cu totul întîmplător în formațiuni sedimentare și în zăcămintele de bauxită. Cu frecvență deosebită rutilul se formează prin procese metamorfice, fiind rezultatul transformărilor suferite de mineralele care conțin titan, care-l eliberează, separîndu-se astfel granule de rutil izo-

late în masa rocilor metamorfice (gnaise, şisturi micacee, amfibolite etc.). Sînt interesante și cristalele de rutil din filoanele de tip alpin, incluse uneori în cristale transparente de cuarț sau în hematit. Deseori se întîlnește asociat cu celelalte modificații ale TiO_2, anatas și brookit. În zonele de oxidație este un mineral stabil, de aici rezultînd prezența sa în depozite aluvionare sub formă de granule rotunjite.

În România rutilul este un constituent accesoriu în șisturile cristaline din Carpații Meridionali și în Dobrogea, în rocile eruptive bazice paleozoice din Banat și din Dobrogea, în magmatitele bazice mezozoice din M. Mureșului, întîlnindu-se și cu caractere detritice în gresia oligocenă de Kliwa din Carpații Orientali. Forma sagenit este adesea frecventă. În aluviuni cuaternare se găsește în M. Făgăraș, M. Sebeș, la Pianu de Sus, Muntele Mic și Poiana Ruscă.

În alte țări apare în filoane de pegmatit gabbroidic, alături de apatit, în Norvegia la Kragerö, în S.U.A. în Arkansas, alături de disten, și la Graves Mountain, statul Georgia. Se mai găsește în U.R.S.S. în filoane de pegmatit, asociat corindonului, în M. Ilmen, în Elveția la St. Gothard. În filoane de tip alpin este întîlnit la Ticino (Italia) și Binnenthal (Elveția), în Franța lîngă Limoges, în Brazilia și în Irlanda.

PIROLUZIT MnO_2

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 0,6647.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,39$; $c_0=2,87$ Å; conține Mn_2O_4. Z=2.

Habitus: rar sub formă de cristale aciculare sau baccilare; sub formă de mase cristaline compacte sau criptocristaline, deseori pulverulente, afînate, pseudomorfozînd în parte agregatele reniforme ale psilomelanului. Forme principale: a (010), m (110), h (120), e (011), g (021), s (111), n (221), Z (231). *Macle:* plane de maclă (031) și (032) rare. *Clivaj:* (110) perfect. *Spărtură:* neregulată. $H=6-6^1/_2$ (cristale), 2—6 (mase masive), în funcție de porozitate. $G=5,06$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru, cenușiu de oțel, negru de fier, uneori cu reflexe albăstrui, metalice. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată culoarea este alb-deschis, cu slabe tente crem. R este variabilă; $R\varepsilon=29,5\%$, iar $R\omega=39,7\%$. În secțiuni foarte bine lustruite $R=50-55\%$. Bireflexia este clară și variază de la alb, cu tente slab cenușii, la alb-strălucitor, cu tente slab gălbui. Anizotropia este puternică; prezintă culori de la alb-roz la brun-roz.

Chimism și structură. În chimismul mineralului este prezent Mn^{2+}, uneori PO_4^{3-}, de la urme la 0,50%; de asemenea Ba^{2+}, de regulă ca impurități. Formează deseori amestecuri mecanice cu psilomelanul, mai rar cu limonitul, sau concrețteri cu minerale argiloase, cuarț.

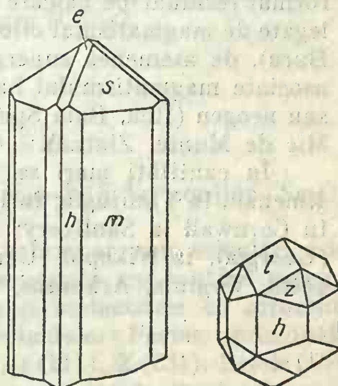


Fig. 49. Cristale de piroluzit: e(011); m(110); h(120); s(111); Z(231).

Tabelul 55

Analize chimice

	1	2	3
MnO_2	98,72	—	94,30
MnO	—	80,35	2,25
O	—	17,75	—
Fe_2O_3	0,09	0,35	0,22
Al_2O_3			0,14
BaO	—	—	0,33
CaO	—	0,25	0,08
MgO	—	0,05	—
SiO_2	—	—	0,64
P_2O_5	—	urme	0,52
H_2O	0,91	0,35	1,75
Rez.	0,23	0,90	—
Total	99,95	100,00	100,23

1 — Boemia. Rez. insol.=0,23. 2 — Boemia, Rez. insol.=0,25, SO_3=0,30, CO_2=0,10, alcalii=0,20. 3 — Woodstock Va. (pseudomorf după manganit); H_2O^+=1,53, H_2O^-=0,22.

Ocurență. Se formează foarte rar în zăcăminte hidrotermale de mangan și numai într-un mediu net oxidant. În schimb este foarte răspîndit pe suprafața pămîntului, ca oxid natural de mangan, în faciesurile litorale ale zăcămintelor sedimentare. Este cel mai stabil oxid de mangan în zona de oxidare. În mediu puternic oxidant toate mineralele de mangan trec în piroluzit. De aici rezultă apariția pseudomorfozelor piroluzitului după manganit, psilomelan, hausmanit. Este casant, fiind uneori întîlnit în aluviuni.

În România apare în zona de oxidare a zăcămintelor de mangan sau, mai rar, de fier din șisturi cristaline (Răzoare, Ciocănești, Iacobeni, Șaru Dornei, Broșteni, M. Sebeș, Teliuc, Ghelar, Teregova, Turcoaia, Măcin), format rezidual pe calcare mezozoice (Moneasa, Hațeg), depozite exhalative legate de magmatismul ofiolitic (Racoșu de Jos, Godinești, Buceava — Șoimuș, Buru), de asemenea supergen, format în legătură cu zăcămintele de sulfuri asociate magmatismului banatitic (Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier) sau neogen (Ilba, Baia Sprie, Băiuț, Săcărîmb, Căraciu, Dealu Mare, Almașu Mic de Munte, Zlatna).

În cantități mari se găsește în R. D. Germană la Elgersburg, lîngă Ilmenau, în Thuringia; în R. S. Cehoslovacă în Moravia și Boemia; în Anglia în Cornwall la Sanlivery; în Franța la Romaneche; în U.R.S.S. la Ceatura (Georgia), la Nikopol (Ucraina); în S.U.A. în statele Vermont, Massachussetts, Virginia, Arkansas, California; în Canada; în Brazilia.

WAD

Este un gel de minereuri de mangan, în care sînt cuprinse cele mai variate minerale din punctul de vedere al compoziției, specii de psilomelan, manganit, vernadit etc.

Se prezintă în mase compacte, reniforme, concreționare, cu structuri interne fibroase. $H=6^1/_2$. $G=2,8-4,4$ pentru agregate poroase. *Luciu:* mat. *Culoare:* negru, negru-brun. *Urmă:* neagră, brună-neagră, brună-roșie.

Chimism. Conține predominant oxid de mangan, 3–25% apă, în jur de 10% BaO, apoi oxizi de Cu^{2+}, Co^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, uneori Li^{+}, V^{3+}.

Ocurență. Se formează în condiții de oxidare la temperaturi și presiuni normale. Depuneri coloidale, în zone tropicale, în sedimente marine. În această grupă de oxizi de mangan hidratați intră și ceea ce a fost descris ca asbolan (cobaltifer) și cuproasbolan.

În România se întîlnește ca mineral supergen în zona de oxidare a unor zăcăminte de minereuri de mangan, de fier, legate de șisturi cristaline (Răzoare, Iacobeni, Șaru Dornei, Crucea, Broșteni, Bistricioara, Bălan, Ghelar), în zăcăminte fero-manganifere pe calcare mezozoice (Moneasa), în zona de oxidare a unor zăcăminte pirometasomatice, legate de magmatismul banatitic (cuproasbolan) (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Căzănești, Băița – Bihor), în zona de oxidare a unor filoane hidrotermale neogene (Ilba, Baia Sprie, Săcărîmb, Căraciu, Baia de Arieș).

În cantități remarcabile se află în R. D. Germană în Thuringia și în M. Harz; în Turcia la Izmir; în U.R.S.S. la Kutaisi (Transcaucazia) în sedimente eocene și în Fergana; în Marea Britanie la Leadhills; în Brazilia la Minas Geraes; în Cuba la Santiago de Cuba și Santa Clara; în Canada la Hillsborough.

TODOROKIT $Mn_8(O,OH)_{16}+2H_2O$

Sistemul de cristalizare: probabil monoclinic.

Dimensiunile celulei elementare: $a_0=9,75$; $b_0=2,85$; $c_0=9,59$ Å; $\beta=90°$. $Z=1$.

Habitus: rar în cristale; forme caracteristice (010) și alungite [001]. *Clivaj:* (100) și (010) perfect. $G=3,67$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este pleocroic; absorbție $\gamma>\alpha$, $\beta=b$, $n=1,74$.

Ocurență. Asociat rodocrozitului și opalului, se întîlnește în mina Todoroki (Hokkaidō – Japonia) și în mina Montenegro (Cuba).

CASITERIT SnO_2

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c = 1 : 0,6723.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,73$; $c_0=3,18$ Å; conține Sn_2O_4. $Z=2$.

Habitus: bipiramidal, piramidal-prismatic, columnar sau acicular; cristale de obicei mici; frecvente sînt granulele diseminate, cu conture neregulate, masele granulare compacte, concrețiunile și stalactitele cu structură concentrică, zonară, caracteristică maselor coloidale. Forme principale: c (001), a (010), m (110), h (120), r (230), e (011), s (111), Z (231). Fețele (101) sînt puternic striate, la tipul de cristal numit *sacsen*, iar la tipul columnar, bipiramidal, ditetragonal denumit *kornische* apar fețe (321) mai dezvoltate. *Macle:* comună este macla în „bec de staniu" cu planul de maclă (101), for-

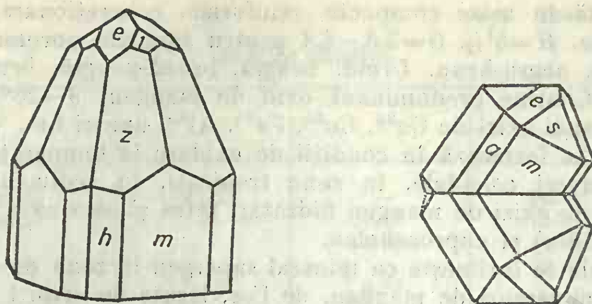


Fig. 50. Cristale de casiterit.

mată din două cristale și la care fețele (111) formează un unghi intrînd. Prezintă concreșteri frecvente cu cuarțul. *Clivaj:* (100) distinct, (110), (111) sau (011) slab, întrerupt. *Spărtură:* neregulată sau subconcoidală. $H=7$. $G=6{,}8-7{,}1$. *Luciu:* adamantin sau metalic-adamantin, gras (pe suprafața spărturii). *Culoare:* gălbui sau roșcat-brun, brun-negru, roșu, galben sau alb. Culorile închise sînt determinate de impuritățile de Nb^{5+}, Ta^{5+}, Fe^{3+} și Mn^{3+}. *Urmă:* albă, brună, cenușie.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în brun și roșu, galben, oranj și verde; în secțiuni subțiri sînt deseori vizibile structurile zonare. Pleocroism variabil, uneori slab, alteori foarte ridicat, în tonuri de galben, brun și roșu; absorbția $\varepsilon > \omega$. Indicii de refracție: $\omega=1{,}990-2{,}010$, $\varepsilon=$ $=2{,}093-2{,}100$; $\Delta=0{,}096-0{,}098$. Pentru aceeași λ, indicii de refracție variază și anume cresc odată cu temperatura, în timp ce birefringența descrește. Uniax pozitiv. Uneori, optic biax; rețeaua cristalină este apropiată de cea rombică.

În secțiuni lustruite prezintă culoare cenușiu-albă, mată, mai închisă decît a blendei și wolframitului. *R* în aer, pentru verde 11%, oranj 10%, roșu 8,50%, iar în imersie, pentru verde ±3%, oranj ±3%, roșu ±0. Bireflexia în aer este foarte slabă, fiind mai clară în imersie. Anizotropia este vizibilă; culorile de anizotropie sînt mascate de reflexele interne de culoare galbenă, galben-brună, mai ales în imersie.

Chimism și structură. Este un bioxid de staniu, unde Sn este deseori substituit prin Fe, raportul fiind: Fe : Sn=1 : 6; se remarcă uneori o omogenitate perfectă. Co este și el prezent în cantități subordonate; staniu este substituit și prin niobiu și tantal, raportul fiind (Ta, Nb) : Sn=1 : 30. Ca urme sînt semnalate Zn, W, Mn, Ge, Sc, Zr, Ga, Be, Hf, In, V.

Structura cristalină este asemănătoare cu cea a rutilului. Cristalele rombice de casiterit au greutatea specifică 6,70 și au fost obținute artificial de D a u b r é e.

Ocurență. Zăcămintele de casiterit sînt legate genetic de rocile eruptive acide, mai ales de granite. Casiteritul se găsește în zonele autometamorfozate-greisenizate, unde apare alături de minerale micacee, cuarț, topaz, fluorină, turmalină etc. Concentrații de casiterit neuniforme apar și în masa filoanelor pegmatitice, în asociație cu cuarț, turmalină, mică, albit, columbit, beril, spodumen. Casiteritul se mai întîlnește și în zăcăminte metasomatice de contact, asociat intim cu diferite sulfuri. Interesante sînt și zăcămin-

Tabelul 56

Analize chimice

	1	2	3
SnO_2	97,90	94,00	81,95
Nb_2O_5	0,08 (cu Ta_2O_5)	—	1,91
Ta_2O_5		4,64	2,34
TiO_2	0,25	—	0,16
SiO_2	0,58	—	2,07
Fe_2O_3	—	0,86	—
FeO	0,22	—	2,58
MnO	urme	—	1,32
Rez.	—	0,53	—
Total	99,49	100,03	100,48

1 — Casiterit hidrotermal; Siberia, U.R.S.S., incluziuni ZrO_2=0,06, Al_2O_3=0,11, MgO=0,04, CaO=0,07, S=0,18. 2 — Tantal-casiterit; Miriella, Sri Lanka; Rez. Mn_2O_3=0,03, CaO=0,50. 3 — Niobiu-casiterit; R. S. S. Turkmenă; incluziuni WO_3=7,92, Pb=0,23.

tele filoniene de cuarț-casiterit și zăcămintele filoniene de sulfuri-casiterit. Casiteritul se întîlnește, de asemenea, diseminat în mase cuarțoase, sub formă de cristale mici. În zona de oxidare este relativ stabil din punct de vedere chimic, ceea ce explică prezența sa în aluviuni. Mai rar este semnalat casiteritul de origine exogenă, format prin dezagregarea sulfurilor de staniu, prezent în zonele de oxidare, sub formă de mase poroase și pămîntoase.

În România se găsește la Burloaia și Măgura Puiu, asociat mineralizațiilor cuprifere și complexe cantonate în șisturi cristaline. La Camena și Racoșu de Jos apare ca rezultat al acțiunilor pneumatolitice.

În formațiunile pneumatolitice este prezent în India, în minele Beatrice în Alaska, în Namibia, în R.F. Germania, în Marea Britanie. În zăcăminte hidrotermale se găsește în Bolivia, în U.R.S.S. (în nord-estul și estul Siberiei) și în Franța (la Limoges).

PLATTNERIT PbO_2

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 0,6828.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,97; c_0=3,40 Å; conține Pb_2O_4. Z=2.

Habitus: prismatic [001], de regulă mase compacte, noduli cu structuri fibroase sau concentrice. Forme principale: c (001), a (010), e (011), v (031), x (332). *Macle:* de penetrație cu planul de maclă (011). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* aproape concoidală, deseori fibroasă. *H*=$5^1/_2$. *G*=9,63. *Luciu:* metalic, adamantin. *Culoare:* negru (la cristale), negru de fier (mase). *Urmă:* brun-castanie.

Proprietăți optice. Opac. În lumină reflectată apare colorat în alb-cenușiu; anizotrop, bireflexie vizibilă, reflexe interne în alb-roșu și brun. *R* pentru verde 16,5%, oranj 13%, roșu 11%. În lumină transmisă aproape opac; indicii de refracție: $n_{Li}=2,30$. Birefringență mascată.

Ocurență. De obicei se găsește în zonele de oxidare ale zăcămintelor de plumb, mai ales în regiunile aride, fiind asociat wulfenitului. Se întîlnește în Scoția (la Leadhills), în S.U.A. (în statele Idaho, New Mexico și Arizona), în Mexic (în minele Ojuela din Mapimi), în Iran (la Daré Zaudjir).

ANATAS TiO_2

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 2,5133.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,74$; $c_0=9,39$ Å; conține Ti_4O_8. Z=4.

Habitus: cristale piramidale (011), columnare scurte, uneori tabulare (001), rar prismatice [110] mai rar (010). Forme principale: c (001), a (010), m (110), v (017), z (013), k (012), e (035), p (011), q (111), x (116), d (332). *Macle:* (112) rare. *Clivaj:* (001) și (011) perfect. *Spărtură:* subconcoidală. $H=5^1/_2-6$. $G=3,90$. *Luciu:* adamantin sau metalic. *Culoare:* brun, galben, roșu-brun, albastru-indigo, albastru-bleu, negru, variind în funcție de impuritățile pe care le conține; uneori verzui, verde-albăstrui, liliachiu, cenușiu; rar aproape incolor. *Urmă:* pal-gălbuie, incoloră.

Proprietăți optice. În lumină transmisă $\varepsilon=2,488$, $\omega=2,561$, $\Delta=0,073$; colorat în brun, verde, albăstrui, structuri zonare, uniax negativ. Pleocroism: ω — galben-verzui, galben, galben-închis, brun-gălbui; ε — brun-roșcat, brun-gălbui, galben; dispersia este ridicată. La variațiile temperaturii și la lungimi de undă constante, indicii de refracție descresc odată cu creșterea temperaturii, iar la temperaturi constante și valori de λ variate, indicii descresc mai rapid și conduc la o descreștere rapidă a birefringenței.

În lumină reflectată culoarea este cenușiu-deschisă, mai deschisă decît culoarea magnetitului, cromitului și casiteritului. *R* în aer, pentru verde 20,5%, oranj 18%, roșu 17,5%, iar în imersie, pentru verde 9%, oranj 7%, roșu 6%. Bireflexia în aer se vede numai la limita granulelor, la indivizii

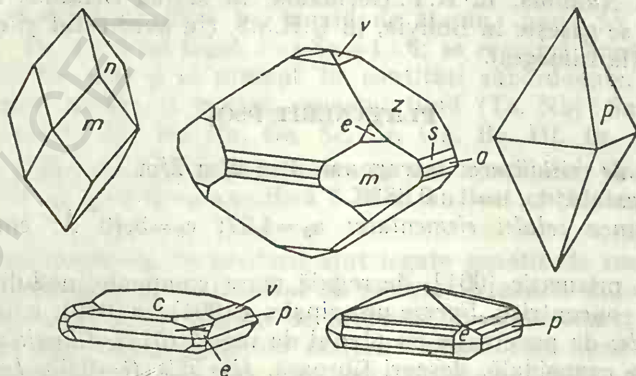


Fig. 51. Cristale de anatas: n(023); m(110); z(013); e(035); p(011); a(010); x(116); v(017); i(016).

Tabelul 57

Variaţia refringenţei cu temperatura la anatas (λ=593,3)

T°C	25°	150°	300°	450°	600°	750°
ω	2,5612	2,5580	2,5545	2,5520	2,5503	2,5486
ε	2,4880	2,4872	2,4859	2,4853	2,4853	2,4858

maclaţi; în imersie este mult mai clară. Prezintă anizotropie distinctă. Reflexele interne evidente în tonuri de galben-deschis, brun, roşu-închis, brun, verzui; maschează uneori anizotropia.

Chimism şi structură. La anatas, structura cristalină este caracterizată prin cea mai compactă aşezare cubică a ionilor de oxigen, după axa cuaternară verticală. Numerele de coordonare sînt aceleaşi ca la rutil 6 : 3, însă formele geometrice ale coordonării sînt deformate. Aceasta este determinată de faptul că octaedrii de TiO_6 se combină reciproc în aşa fel încît au patru muchii comune. Anatasul constituie una din modificaţiile polimorfe ale TiO_2 (anatas-rutil-brookit). Este un bioxid de titan, cu TiO_2 în proporţie de 99,75% şi Fe_2O_3 de 0,25% (total 100,00).

Ocurenţă. Se întîlneşte în pegmatite şi şisturi cristaline cloritice şi micacee. Cristale bine dezvoltate sînt semnalate uneori pe cuarţ, în filoane de tip alpin.

În România anatasul este întîlnit în şisturi cristaline (Cheud, Răzoare, Rodna, M. Highiş), în roci intruzive paleozoice (Greci), în provincia laramică (Sasca Montană), în roci magmatice neogene (Uroiu, Deva, Roşia Montană), în fracţiunea grea a unor nisipuri (Dobrogea Centrală, valea Bistriţei, Bistra).

Se mai găseşte în Franţa la Bourg d'Oisans, în Marea Britanie la Devonshire şi în filoane de tip alpin la Cornwall, în Brazilia la Minas Geraes, în Austria la Salzburg, în S.U.A. în statele Carolina de Nord, Massachussetts (la Somerville), Colorado (la Gunnisorc), în R. P. Chineză în provincia Yunnan, în Japonia la mina Taniyama şi la Takayama.

BROOKIT TiO_2

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,5941 : 1 : 0,5611.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,18; b_0=5,45; c_0=5,15 Å; conţine Ti_8O_{16}. Z=8.

Habitus: cristale lamelare, tabulare (010), alungite [001] cu faţa (010) striată după [001], cristale alungite [001] cu faţa (120) predominantă; cristale tabulare pseudohexagonale (120) şi (111), cristale piramidale (111). Forme principale: c (001), b (010), a (100), k (180), l (140), M (120), y (012), x (011), d (403), t (201), e (111), n (221), v (133), z (122), o (121), ε (324). *Macle:* (120). Prezintă concreşteri cu rutil cu orientările: rutil (110) [001] || brookit

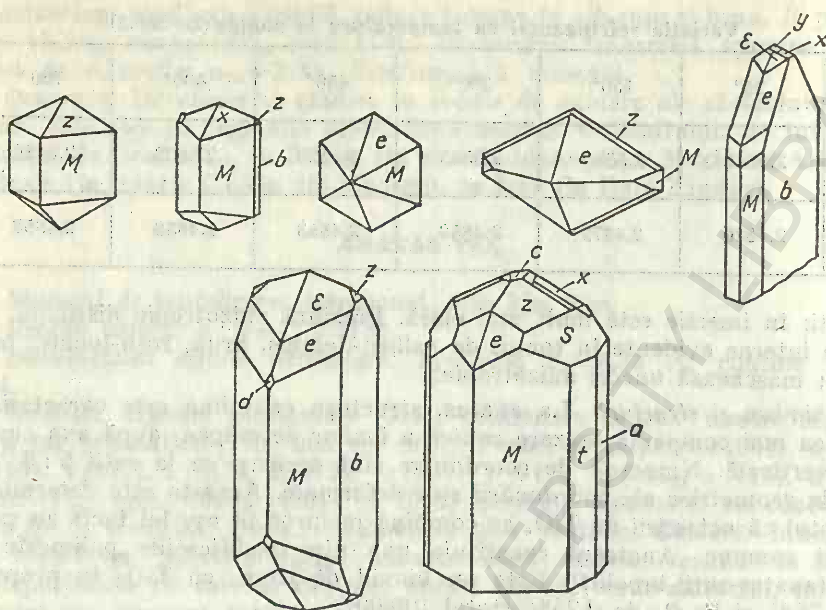


Fig. 52. Cristale de brookit: M(120); z(122); x(011); b(010); e(111); y(012); ε(324); t(201); d(403).

(120) [001]; rutil (110) [001] || brookit (111) [001]. *Clivaj:* (120) foarte slab, (001) slab. *Spărtură:* neregulată sau subconcoidală. $H=5^1/_2-6$. $G=4{,}14$. *Luciu:* metalic sau adamantin. *Culoare:* brun-deschis, brun-gălbui, brun-roșcat, negru de fier. *Urmă:* incoloră, cenușie sau gălbuie.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în galben-brun, auriu-brun, brun-roșcat, brun-închis, arătînd uneori structuri zonare. $\alpha=2{,}583$, $\beta=2{,}584-2{,}587$, $\gamma=2{,}700-2{,}741$, $\Delta=0{,}117-0{,}158$; $2V_\gamma=0°-30°$. Planul axelor optice (001); pleocroismul de la galben spre brun. Absorbție $\gamma>\beta>\alpha$. Valoarea 2V variază cu temperatura; aceeași variație apare și pentru indicii de refracție (tab. 58).

Tabelul 58

Variația indicilor de refracție cu temperatura (λ=589)

T°C	25°	150°	300°	450°	600°
α	2,5831	2,5856	2,5880	2,5904	2,5924
β	2,5843	2,5869	2,5897	2,5942	2,5981
γ	2,7004	2,6903	2,6762	2,6675	2,6610

Chimism și structură. Așezarea ionilor de oxigen este după tipul așezării cubice compacte. Ionii de Ti se află între straturile ionilor de O_2, înconjurați de 6 ioni de oxigen, formînd lanțuri duble de octaedri în fiecare strat, cu cea mai compactă așezare. Spre deosebire de structura rutilului, acești octaedri au cîte trei muchii comune. În concordanță cu structura este și aspectul turtit al cristalelor. În constituția chimică apar Fe^{3+}, substituind Ti^{4+}, și ca elemente urmă Nb^{5+}, Ta^{5+}, W^{4+}, Ge^{4+}.

Ocurență. În România se găsește brookit în fracțiunea grea a unor nisipuri (Cuza Vodă, Medgidia), în nisipuri apțiene (valea Bistriței) și în magmatite laramice transformate hidrotermal la Sasca Montană, asociat cu turmalină.

Se mai citează în Franța la Bourg d'Oisans; în Elveția la St. Gothard; în U.R.S.S. în aluviunile aurifere de la Atliansk în M. Ural; în Austria în Tirol; în S.U.A. la Magnet Cove în Arkansas și în statele Carolina de Nord și Massachusetts.

TELURIT TeO_2

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,4550 : 1 : 0,4647.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11,70$; $b_0=5,52$; $c_0=5,59$ Å; conține Te_8O_{16}. Z=8.

Habitus: acicular [001], cristale plate (010) cu striațiuni [001], mase sferoidale, radiare, mase pulverulente. Forme principale: c (001), b (010), a (100), s (140), r (120), m (110), N (430), d (101), p (111). *Clivaj:* (010) perfect; foițe flexibile. *H*=2. *G*=5,90. *Luciu:* semiadamantin. *Culoare:* alb, alb-gălbui, transparent.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este aproape incolor. Orientarea: $\alpha=b$, $\beta=a$, $\gamma=c$. Indicii de refracție n_{Li}: $\alpha=2,05$, $\beta=2,18\pm0,02$, $\gamma=2,35\pm$ $\pm0,02$; $2V_\gamma$ — mare.

Ocurență. Apare în zona de oxidație, asociat telururilor. Mineral întîlnit și descris pentru prima oară la Săcărîmb (România), teluritul se găsește în zăcăminte hidrotermale aurifere legate de magmatismul neogen. Se mai întîlnește la Zlatna și Almașu Mare.

În U.R.S.S. se găsește în M. Altai, în Japonia la Reudaizi și Izu, în S.U.A. în Colorado, la Boulder County, în districtul Keystone și la Cripple Creek.

SELENOLIT SeO_2

Este un mineral rar. A fost descris la Cacheuta (Argentina) în noduli, asociat ceruzitului și molibdenitului. *Sistemul de cristalizare:* tetragonal. Valorile $a_0=8,353$; $c_0=5,051$ Å; c/a=0,605 au fost determinate pe produse sintetice.

CERVANTIT Sb_2O_4

Sistemul de cristalizare: rombic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,79$; $b_0=5,43$; $c_0=11,73$ Å. Z=4.

Habitus: acicular, mase masive, fibroase, cruste, mase pulverulente: *H*=4—5. *G*=6,64. *Luciu:* gras sau sidefos. *Culoare:* gălbui, galben de sulf, aproape incolor. *Urmă:* albă sau slab-gălbuie.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este slab colorat, aproape incolor; birefringență foarte scăzută, uneori izotrop; indicii de refracție: n=1,67 (Utah) sau n=1,91 (Australia).

Chimism. Formulă incertă.

Ocurență. Apare ca mineral secundar, în zone de oxidație, asociat stibinei, valentinitului, oxizilor de aluminiu, mineralelor argiloase. În România apare la Baia Sprie.

Se întîlnește în R. F. Germania în Bavaria și în Westfalia la Siegen, sub formă de cristale aciculare în Italia (Toscana), în Spania, în Franța (Puy-de-Dôme și Allemont), în Anglia (Cornwall), în Algeria, asociat cu valentinit, la Semsa, Constantine, Djebel-Taya, în Bolivia și Peru, în S.U.A. în Garfield County, Little Cottonwood Canyon și Salt Lake County (Utah).

STIBICONIT $Sb_3O_6(OH)$?

Sistemul de cristalizare: cubic. *Habitus:* mase compacte masive, cruste. $H=5^1/_2$. $G=5{,}58$. *Luciu:* sidefos, pămîntos. *Culoare:* galben-pal, alb-gălbui, alb-roșietic.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este ușor colorat; izotrop; indicii de refracție variază în funcție de chimism: n=1,605–1,860–1,970. Prezintă conținuturi variabile în H_2O, de la 1,8 la 5,0%.

Ocurență. Se întîlnește ca mineral secundar, în zone de oxidație, asociat mineralelor cu Sb. Apare în Spania la Losacio în regiunea Zamora; în Mexic la Altar (districtul Sonora); în Peru la Cajamarca; în Australia; în S.U.A. în statele Arkansas, Nevada și California.

BISMIT Bi_2O_3

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}84$, $b_0=8{,}16$; $c_0=7{,}49$ Å; conține Bi_8O_{12}. Z=4.

Habitus: mase granulare masive, mase pămîntoase, pulverulente. *Spărtură:* neregulată, pămîntoasă. $H=4^1/_2$. $G=8{,}64$. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* verde-cenușiu, galben-verzui, gălbui. *Urmă:* cenușie, gălbuie.

Ocurență. Apare ca mineral secundar în zone de oxidație, asociat mineralelor cu bismut.

În România se află în zona mineralizațiilor pirometasomatice hidrotermale laramice de la Oravița, Ciclova Română și Băița — Bihor și a mineralizațiilor neogene de la Zlatna.

În Bolivia apare sub formă de cruste la Colavi, în S.U.A. la Rincon, San Diego County, California, în R. D. Germană la Freiberg, Schneeberg și Johanngeorgenstadt, în Anglia în Cornwall, în Tasmania în M. Mc. Donald.

SILLENIT Bi_2O_3

Sistemul de cristalizare: cubic, $\bar{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: $c_0=10{,}10$ Å; conține $Bi_{24}O_{36}$. Z=12.

Habitus: granule, mase pămîntoase. $G=8{,}80$. *Luciu:* mat.

Ocurență. Apare ca mineral secundar; este întîlnit în Mexic la Durango.

II. OXIZII CONȚINÎND ZIRCON, URANIU ȘI THORIU

BADDELEYIT ZrO_2

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,9872 : 1 : 1,0194; $\beta=99°07^1/_2'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,22$; $b_0=5,27$; $c_0=5,38$ Å; conține Zr_4O_8. Z=4.

Habitus: cristale cu alungiri după [001] sau (010) și cristale tabulare (100); prismele (100) au striațiuni || cu [001] sau [010]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), l (120), q (230), m (110), g (210), d (011), s (103), t (102), r ($\bar{1}$02). *Macle:* rar (100), uneori polisintetice, sau (110) și (201). *Clivaj:* (001) aproape perfect, (110) și (010) slab. *Spărtură:* neregulată sau subconcoidală. $H=6^1/_2$. $G=5,7-6,02$. *Luciu:* gras, sticlos, uneori semimetalic. *Culoare:* galben, verde, roșietic, brun-verde, brun-negru, brun de fier. *Urmă:* albă, alb-brunie.

Proprietăți optice. În lumină transmisă $\alpha=2,13\pm0,01$, $\beta=2,19\pm0,01$, $\gamma=2,20\pm0,01$; indicii de refracție variază în funcție de conținutul în Fe_2O_3; pleocroismul: α=galben, β=brun sau α=roșu-brun, β=verde-oliv, γ=brun-închis; $2V_\alpha=30°\pm1°$, r>v.

Chimism și structură. Structura reticulară se aseamănă cu cea indicată a fluorină; chimic conține $Fe^{3+}<1\%$, Hf, cu o proporție uneori de 3% HfO_2.

Tabelul 59

Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	0,06	0,55	—	0,24
Fe_2O_3	0,82	0,41	0,92	0,34
SiO_2	0,19	0,70	0,48	0,45
ZrO_2	98,90	96,52	97,19	97,22
Rez.	0,28	1,34	1,26	0,95
Total	100,25	99,52	99,85	99,20

1 — Balangoda (Sri Lanka). 2 — Jacupiranga (Brazilia); Rez.=$(Na, K)_2O=0,42$, MgO = =0,10, $Al_2O_3=0,43$. 3 — Minas Geraes (Brazilia); Rez.=$TiO_2=0,48$, $Al_2O_3=0,40$, MnO= urme, $H_2O=0,38$. 4 — Balangoda (Sri Lanka); Rez.=$TiO_2=0,13$, $(Y, Ce)_2O_3=0,04$, MnO= =0,04, $Al_2O_3=0,07$.

Ocurență. Apare, în cristale asociate zirconului, turmalinei, corindonului, spinelului, ilmenitului, geikielitului și altor minerale cu pămînturi rare; în România la Ditrău.

Se întîlnește în roci piroxenitice cu magnetit și în zonele de contact ale acestora cu calcare, în Brazilia, în statele São Paulo, Minas Geraes, Rio Paraná, apoi în Italia la Monte Somma și în Suedia la Alnö.

A. Grupa uraninitului

Mineralele din grupa uraninitului au conţinuturi apreciabile în uraniu şi au structuri complexe. Uraninitul şi thorianitul prezintă caractere structurale aparţinînd tipului fluorinei. În mod constant este prezent plumbul, considerat ca fiind plumb radiogen, fără a avea un rol deosebit în structura mineralelor. Gummitul produs din uraninit şi probabil fără o reţea cristalină conţine cantităţi variabile în apă. Mineralele din această grupă sînt colorate în tonuri de oranj, galben-strălucitor, au clivaj perfect şi orientări optice caracteristice.

URANINIT UO_2

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,45—5,54 Å; conţine U_4O_8.

Habitus: cristale octaedrice, cub-octaedrice, cubice, dodecaedri romboidali. Mase masive dense, colomorfe, reniforme sau stalactitice. Aceste varietăţi poartă numele de minereu de smoală a uraniului, *smoală de uraniu, nasturan*; se cunosc depuneri mate, cu aspect de funingine, mase pulverulente denumite *negru de uraniu. Macle:* (111) rare. *Spărtură:* neregulată sau concoidală. *H*=5—6. *G*=10,6; variază în funcţie de chimism, de existenţa U^{4+}, U^{6+} şi de raportul U : Th, care deseori este 1 : 1, în varietăţile alterate. *Culoare:* negru, uneori cu nuanţă slab violet. *Urmă:* brun-cenuşie.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă este aproape opac, cu o culoare brun-închis, iar în zonele puternic alterate este colorat în verde; izotrop. În lumină reflectată, *R* pentru verde 15%, oranj 12,5%, roşu 12,5%, la varietăţile cu thoriu *R* pentru verde 15,5%, oranj 14%, roşu 14%.

Chimism. Conţine întotdeauna Pb radiogen (Pb^{206}, Pb^{207}, Pb^{208}), de regulă, cuprins între 10—20%. Se mai găseşte şi Pb obişnuit, datorită incluziunilor de galenă, care este Pb^{204}. În funcţie de chimism, unele varietăţi au şi denumiri speciale; *cleveitul* şi *niverutul* pentru varietăţile cu pămînturi rare (Ce, La, Er . . .) şi cu Y; proporţia participării acestor elemente poate atinge 12%. Varietăţile întîlnite în pegmatite au Th în cantităţi mari, precum şi Zr în proporţie de 7,5%. Se mai menţionează prezenţa elementelor He, Ar, N, CO_2, acestea fiind de cele mai multe ori rezultatul dezintegrării radioactive, precum şi a N şi Ar, ca produse provenite din aerul atmosferic. Este puternic radioactiv.

Geneză. Pentru concentraţiile de uraninit se cunosc trei tipuri genetice. a) Pegmatite granitice şi sienitice, unde uraninitul se întîlneşte relativ rar şi de obicei răspîndit neuniform, în parageneză cu minerale ale TR, Nb, Ta (columbit, strüverit, fergusonit, monazit etc.), precum şi cu turmalină, zircon, mice, feldspaţi. Uneori este asociat cu compuşi organici conţinînd uraniu; *tucholit* (substanţă asemănătoare cu asfaltul), *carburan* şi alte minerale. b) Zăcăminte hidrotermale din formaţiunea de Ni-Co-Bi-Ag-U. Uraninitul în asemenea zăcăminte este asociat cu arseniuri de nichel şi cobalt (nichelină, smaltină, rammelsbergit, cloantit), cu bismut nativ, bismutină, arsen nativ, argint nativ, argentit, în alte cazuri, cu hematit, carbonaţi de calciu şi de fier, fluorină neagră. De obicei, uraninitul se prezintă sub formă de separaţii, în filoane şi vinişoare de carbonaţi, alături de sulfuri rare. Apariţia uraninitului nu este obligatoriu limitată la zăcămintele hidrotermale cu cele cinci elemente citate. Unul sau mai multe din elementele respective

Analize chimice

	1	2	3	4	5
CaO	0,30	0,69	0,09	0,35	0,72
MnO	—	0,002	—	0,14	—
PbO	0,40	7,02	7,07	11,69	19,50
MgO	—	0,01	—	0,06	—
$(Y, Er)_2O_3$	3,41	0,35	0,55	0,73	} 5,60
$(Ce, La)_2O_3$	—	—	3,29	0,06	
La_2O_3	1,02	0,155	—	—	—
CeO_2	0,71	0,22	—	—	—
UO_2	70,09	52,77	—	—	34,49
U_3O_8	—	—	88,12	86,16	—
UO_3	23,69	37,537	—	—	36,94
ThO_2	0,20	—	0,16	0,10	0,15
ZrO_2	—	0,14	—	—	—
SiO_2	—	0,095	0,10	0,21	—
Al_2O_3	0,25	—	} 0,49	} 0,35	} urme
Fe_2O_3	0,10	0,15			
CO_2	—	0,24	—	—	—
H_2O	0,41	0,38	—	—	1,40
Insol.	—	0,09	0,06	—	0,53
Rez.	0,12	0,500	—	—	0,23
Total	99,70	100,349	99,93	99,85	99,56

1 — Guadelupe, Chihuahua (Mexic); Rez.$=TiO_2=0,06$, $As_2O_3=0,06$. 2 — Shinkolobwe (Zair); Rez. He=0,159; $N_2=0,076$; O=0,005; BaO=0,06; alk =0,01; $MoO_3=0,07$; $As_2O_3=0,09$. $P_2O_5=0,03$. 3 — Morogno (Africa). 4 — Lake Pied de M. Saguenay (districtul Quebec), 5 — Siniaia (Karelia, U.R.S.S.).

pot lipsi, iar uraninitul să existe asociat numai cu unele din mineralele caracteristice acestor tipuri de zăcăminte. c) Procese exogene de alterare a zăcămintelor primare de uraniu, prin care se formează oxizi de uraniu, tipul „negru de uraniu", în părțile inferioare ale zonei de oxidare în așa-numita zonă de cimentare, de sub nivelul apelor freatice. Oxizii secundari de uraniu se depun în fisurile corpului de minereu, în rocile înconjurătoare și chiar în diaclazele diferitelor minerale. Formarea negrului de uraniu se explică prin reducerea în condițiile unui mediu lipsit de oxigen a compușilor de uraniu hexavalent solubil în apă, care ajung împreună cu apele de infiltrație pînă în zona de cimentație. Oxizii inferiori ai uraniului prezintă o solubilitate foarte scăzută, ceea ce determină precipitarea lor din soluții. Negrul de uraniu apare sub formă de pelicule extrem de fine, vinișoare și agregate cu aspect de funingine, de culoare cenușie-închis sau neagră, catifelată, uneori cu o nuanță puțin brună. În condiții identice, dar în fisuri mai largi, se pot depune varietățile compacte de oxizi de uraniu în pături succesive, cu structură colomorfă, formînd cruste negre, mate.

Uraninitul suferă foarte ușor modificații ulterioare, probabil imediat după formarea lui, independent de tipul genetic și de vîrsta zăcămîntului. Prezența permanentă în compoziția lui a oxizilor superiori de uraniu confirmă capacitatea sa de a se oxida ușor.

În zonele de oxidare, uraninitul se descompune destul de ușor, dînd naștere unui mare număr de minerale exogene de uraniu: hidroxizi, sulfați, carbonați, uranovanadați, uranofosfați, uranosilicați. Toate acestea au culori vii, galbene, verzi sau portocalii. Pozițiile în care se găsesc arată că în zona de oxidare compușii de uraniu suferă o migrație. Astfel, unele sectoare ale zonei de oxidare devin mai sărace în uraniu, altele mai bogate, dar în general o mare parte din uraniu se pierde.

Ocurență. Uraninitul apare în zăcăminte de cupru și uraniu în provincia Shaba (Zair) la Kalongwe și Shinkolobwe, în zăcămîntul aurifer din Guadelupa (Mexic), la Marele lac al Urșilor (Canada). Zăcăminte importante de uraniu mai sînt în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov, în R. D. Germană la Annaberg, în U.R.S.S. în Karelia, în Anglia în comitatul Cornwall, în Franța la Montebras, în Japonia la Masaki, în S.U.A. în Colorado la Cilpin.

THORIANIT ThO_2

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}55$ Å; conține Th_4O_8. $Z=4$.

Habitus: cristale cubice; forme principale: a (001), o (111), m (113). *Macle:* (111) de penetrație. *Clivaj:* (001) slab. *Spărtură:* neregulată, uneori subconcoidală. $H=6^1/_2$. $G=9{,}7-9{,}87$; descrește odată cu procesul de alterare. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* cenușiu, cenușiu-negricios, negru. *Urmă:* cenușie, cenușiu-verzuie.

Proprietăți optice. În secțiuni subțiri este transparent; indicii de refracție variabili, în medie $n=2{,}20$; radioactiv; izotrop.

Chimism. Este un bioxid de thoriu, în care U^{4+} substituie Th^{4+}, raportul U : Th fiind 1 : 1,1; există de fapt o serie continuă UO_2-ThO_2. Analize chimice sînt reproduse în tabelul 61. În unele cazuri U^{4+} este înlocuit prin U^{6+}. Prezența plumbului, probabil radiogen, este permanent semnalată. Se citează de asemenea substituiri ale Th^{4+} prin (Ce, La), care ating uneori 8% $(Ce, La)_2O_3$. Un rol important în chimismul mineralului prezintă și Fe_2O_3 și ZrO_2; apa este și ea un component frecvent citat.

Tabelul 61

Analize chimice

	1	2	3
CaO	—	0,59	0,97
PbO	1,80	2,29	5,21
$(Ce, La)_2O_3$	—	1,84	2,49
UO_2	4,73	10,32	4,44
U_3O_8	—	—	—
UO_3	—	18,88	33,15
ThO_2	93,02	62,16	38,47
Fe_2O_3	0,29	1,11	1,57
H_2O	—	1,05	4,39
Rez.	—	0,77	8,70
Total	99,84	99,01	99,39

1 — Betroka (Madagascar). 2 — Sri Lanka; Rez. insol. 3 — Easton (Pennsylvania — S.U.A.) Rez. MnO=0,31, MgO=0,53, insol.

Ocurență. S-a determinat în Sri Lanka, în asociație cu zircon, ilmenit, geikielit, thorit, în pegmatite. În Madagascar apare la Betroka, împreună cu flogopit, diopsid, spinel, iar la Adolobe în depozite aluvionare. În U.R.S.S. se găsește în Transbaicalia și Siberia, iar în S.U.A. la Easton (Pennsylvania) (*uranoon*), cu un conținut ridicat în U (întîlnit în serpentinite la contactul calcarelor cu pegmatitele).

GUMMIT $UO_3 \cdot nH_2O$

Oxid de uraniu, în care Pb, Th și H_2O au fost identificați în cantități variate. Mase compacte, cruste sau pseudomorfoze.

Spărtură: concoidală sau neregulată. $H=2^1/_2-5$. $G=3,9-6,4$. *Luciu:* gras sau sticlos. *Culoare:* galben, oranj, roșu-gălbui, roșu-oranj, brun-roșcat, negru. *Urmă:* galbenă, brună, verde-deschis.

Proprietăți optice. În lumină transmisă apare colorat în galben-oranj. Fenomene de anizotropie anormală, de regulă fiind izotrop. Indicii de refracție variază de la $n=1,575$ (Easton, Pennsylvania) pînă la $n=1,96$ (Kambore — Zair); varietatea de la Spruce Pine (Carolina de Nord) se comportă biax negativ cu $2V_\alpha=60°$ și cu $\alpha=1,742$, $\beta=1,762$ și $\gamma=1,776$.

Chimism. Analizele chimice sînt prezentate în tabelul 62. Gummitul este un oxid de uraniu, cu Pb, TR, Th și H_2O. Elementele alcaline și alcalino-teroase sînt de obicei prezente. Fe_2O_3, Al_2O_3, Mn_2O_3, CuO, Bi_2O_3, P_2O_5, CO_2 și SiO_2 sînt de asemenea citate ca rezultat al amestecului mecanic cu substanțe minerale străine.

Tabelul 62

Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	0,48	0,90	4,54	1,37
MgO	0,27	—	0,85	0,12
BaO	—	2,16	—	—
PbO	20,15	5,28	5,04	14,93
UO_3	73,20	77,99	63,38	60,36
U_3O_8	—	—	—	—
ThO_2	—	—	—	7,66
SiO_2	0,61	1,97	4,92	3,81
Al_2O_3	—	0,86	—	0,14
Fe_2O_3	—	0,29	8,64	
H_2O	5,33	8,90	10,24	9,42
Rez.	urme	2,51	1,92	1,75
Total	100,04	100,86	99,53	99,56

1 — Kambore — R. Zair (curit); Rez. Se = urme. 2 — Spruce Pine (Carolina de Nord, S.UA.); Rez. insol=0,08, $K_2O=0,86$, $Na_2O=0,51$, ThO_2 și TR=1,06. 3 — Ioachimov (R. S. Cehoslovacă); (eliasit); Rez. Mn_2O_3. 4 — Villeneuve (Quebec, Canada); (curit); Rez. $(Ce\ etc.)_2O_3=0,14$, $(Y.\ etc.)_2O_3=1,61$, CO_2 = cantitate redusă.

Ocurență. Apare în aceleași condiții cu uraninitul pe care deseori îl acompaniază. Ca produs obținut prin alterarea plehblendei (eliasit, pittinit) este citat la Ioachimov (Cehoslovacia), la Johanngeorgenstadt și Schneeberg (R. D. Germană). *Yttrogummitul,* ca produs de alterare în pegmatite, apare la nord de Arendal (Norvegia), în provincia Shaba (Zair), în Africa de Sud, în S.U.A. la Spruce Pine, în Canada la Villeneuve, Quebec, la Marele lac al Urșilor.

CLARKEIT $UO_3 \cdot nH_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Mase: dense. *Spărtură:* concoidală. $H=4-4^1/_2$. $G=6{,}39$. *Luciu:* slab. *Culoare:* roșu-închis, brun, brun-negru. *Urmă:* gălbuie-brună.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, în secțiuni subțiri, apare transparent, cu indicii de refracție: $\alpha=1{,}997$, $\beta=2{,}089$, $\gamma=2{,}108$; biax negativ, $2V_\alpha=30-50°$.

Chimism. Deseori hidratat, cu elemente alcaline permanent citate alături de oxizii de uraniu. $K_2O=0{,}48-1{,}42\%$, iar $Na_2O=3{,}44-2{,}61\%$. Nelipsite sînt $TR=1{,}12-2{,}62\%$.

Ocurență. Apare ca produs de alterație a uraninitului, fiind semnalat la Spruce Pine (Carolina de Nord), S.U.A.

BECQUERELIT $2UO_3 \cdot 3H_2O$?

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,1182 : 1 : 1,2100.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13{,}92$; $b_0=12{,}45$; $c_0=15{,}09$ Å. Z=4.

Habitus: tabular (001), alungit [010], striații după [100], (101), (010). Uneori masiv. Forme principale: c (001), b (010), a (100), n (230), e (011), i (103). *Macle:* (110) polisintetice, agregate pseudohexagonale. *Clivaj:* (001) perfect, uneori (101). $H=2-3$. $G=5{,}2$. *Luciu:* adamantin, gras (în spărtură). *Culoare:* galben-brun. *Urmă:* galbenă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă apare colorat în galben, cu indici de refracție ridicați: $\alpha=1{,}735$, $\beta=1{,}820$, $\gamma=1{,}830$; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$; pleocroism: α=incolor, β=galben-deschis, γ=galben-închis; biax negativ, $2V_\alpha=31°$, variază cu temperatura, la 100°C devenind uniax.

Ocurență. A fost determinat la Kasolo, în provincia Shaba din Republica Zair, asociat anglezitului, curitului, schoepitului și altor minerale secundare cu uraniu, provenite din alterarea uraninitului. Se mai găsește în Bavaria (R. F. Germania) și la Marele lac al Urșilor (Canada).

SCHOEPIT $4UO_3 \cdot 9H_2O$?

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,8516 : 1 : 0,8745.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=14{,}13$; $b_0=16{,}92$; $c_0=14{,}78$ Å. Z=32.

Habitus: tabular (001), alungit [001]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), M (210), d (011), f (021), q (112), o (111), p (211). *Clivaj:* (001) perfect. $H=2-3$. $G=4{,}83$. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* galben de sulf. *Urmă:* galbenă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, orientarea: $\alpha = c$, $\beta = b$, $\gamma = a$; indicii de refracție: $\alpha = 1,690 \pm 0,003$, $\beta = 1,714 \pm 0,003$, $\gamma = 1,735 \pm 0,003$; pleocroic: α=incolor, β=galben de lămîie, γ=galben de lămîie; biax negativ, 2V mare.

Ocurență. Mineral secundar, asociat mineralelor de uraniu, schoepitul se găsește la Kasolo (Zair) și în Bavaria (R. F. Germania).

FOURMARIERIT $PbO\ 4UO_3 \cdot 5H_2O$?

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială: a : b : c=1,233 : 1 : 1,089.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 14,10$; $b_0 = 16,75$; $c_0 = 14,55$ Å. Z=8.

Habitus: tabular (001), alungiri [010], striațiuni (001) și (010). *Clivaj:* (001) perfect. $H = 3^1/_2$. $G = 5,74$. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roșu, roșu-auriu.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în galben sau roșu, roșu-gălbui. Pleocroism pentru varietățile galbene. Orientarea: $\alpha = c$, $\beta = b$, $\gamma = a$; indicii de refracție: $\alpha = 1,85$, $\beta = 1,92$, $\gamma = 1,94$; pleocroic: α=incolor, β=galben-pal, γ=galben. Biax negativ, 2V mare.

Chimism. Conține U și Pb. Formula teoretică: $PbO\ 4UO_3 \cdot 5H_2O$.

Tabelul 63

Analize chimice

	1	2	3
PbO	15,31	12,26	15,83
UO_3	78,51	77,67	77,79
H_2O	6,18	10,07	6,21
Total	100,00	100,00	99,83

1 — $PbO\ 4UO_3 \cdot 5H_2O$. 2 — R. Zair; soluție solidă cu torbernit și kasolit. 3 — R. Zair.

Ocurență. Mineral secundar, asociat torbernitului, kasolitului și curitului. Este produs pe seama uraninitului. Se întîlnește la Kasolo (Shaba — R. Zair) și în condiții similare în Bavaria (R. F. Germania).

CURIT $2PbO\ 5UO_3 \cdot 4H_2O$?

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială: a : b : c=0,9595 : 1 : 0,6532.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 12,50$; $b_0 = 13,01$; $c_0 = 8,40$ Å. Z=2.

Habitus: prismatic [001], striuri [001], agregate masive, mase compacte pămîntoase. Forme principale: a (100), m (110), o (111). *Clivaj:* (100). $H = 4^1/_2$. $G = 7,19$. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roșu, oranj. *Urmă:* oranj.

Proprietăți optice. În lumină transmisă apare colorat în roșu, galben, oranj. Orientarea: $\alpha = b$, $\beta = a$, $\gamma = c$; indicii de refracție: $\alpha = 2,06$, $\beta = 2,11$,

γ=2,15; pleocroism: α=galben-pal, β=roşu, oranj-deschis, γ=roşu, oranj-închis; biax negativ, 2V mare.

Chimism. Oxid hidratat de uraniu şi plumb; conţine $Fe_2O_3 \approx 0,17-0,37\%$, $H_2O \approx 3,5-3,7\%$. Formula teoretică: $2\ PbO\ 5UO_3 \cdot 4H_2O$.

Ocurenţă. Se găseşte, de asemenea, la Kasolo (R. Zair), ca produs secundar, alături de alte minerale de uraniu. Este asociat cu torbernit, soddyit, fourmarierit etc. În aceleaşi condiţii şi parageneză apare în Canada la Marele lac al Urşilor şi la Villeneuve (Quebec).

URANOSFERIT $Bi_2O_3\ 2UO_3 \cdot 3H_2O$?

Sistemul de cristalizare: rombic (probabil).

Habitus: agregate granulare, cristale alungite [001]. *Structură:* concentrică, radiară. *Clivaj:* (100). *H*=2–3. *G*=6,39. *Luciu:* gras. *Culoare:* galben-oranj, roşu-închis. *Urmă:* galbenă.

Proprietăţi optice. Orientarea: α=a, β=b, γ=c; indicii de refracţie: α=1,955, β=1,985, γ=2,050; biax pozitiv, 2V mare.

Ocurenţă. Apare în zonele de oxidare ale zăcămintelor de pehblendă, asociat mineralelor de Co, Ni. Este citat la Walpurgis, în mina Weisser Hirsch la nord de Schneeberg, în Saxonia.

VANDENBRANDIT $CuO\ UO_3 \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: triclinic.

Habitus: cristale turtite (001), agregate paralele, mase masive. Forme principale: a (110), c (001), m (110), $\overline{m}$ (1$\bar{1}$0).

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,86; b_0=5,44; c_0=6,10 Å. Z=2. *Clivaj:* (001) perfect, vizibil îndeosebi în zona [001]. *Culoare:* verde-închis, negru. *Urmă:* verde.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă apare colorat în verde; indicii de refracţie: α=1,77, β=1,78, γ=1,80; biax; 2V mare. Planul axelor optice perpendiculare (001), alungire γ.

Chimism. Oxid de cupru şi de uraniu hidratat; formula teoretică: $CuO\ UO_3 \cdot 2H_2O$.

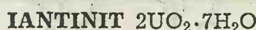
Tabelul 64

Analize chimice

	1	2	3
CuO	19,80	18,98	18,86
UO_3	71,23	70,40	70,72
SiO_2	—	0,28	—
H_2O	8,97	9,46	10,42
Rez.	—	0,83	—
Total	100,00	99,95	100,00

1 — $CuO\ UO_3 \cdot 2H_2O$. 2 — Shinkolobwe (R. Zair); Rez. CaO=0,26, MgO=0,57. 3 — Kalongwe (R. Zair).

Ocurență. Este un mineral secundar, identificat la Kalongwe, la Karungwe (R. Zair), asociat kasolitului, malachitului, goethitului, calcozinei, calcopiritei și uraninitului; se mai întîlnește la Shinkolobwe (R. Zair) asociat curitului, uranofanului și altor minerale cu uraniu.



IANTINIT $2UO_2 \cdot 7H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială: a : b : c=0,9996 : 1 : 1,2964.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,08; b_0=11,25; c_0=20,98 Å.

Habitus: cristale plate (001), alungite [010], prismatice [010]. Forme principale: c (001), f (230), d (011), M (203), g (201). *Clivaj:* (001) perfect. *H*=2—3. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru, violet. *Urmă:* violetă, brună.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este violet. Orientarea: α=c, β=b, γ=a; indicii de refracție: α=1,685, β=1,969, γ=1,930; pleocroic: α=incolor, β=violet, γ=violet-închis; biax negativ.

Ocurență. Apare în zăcăminte cu uraninit, la Shinkolobwe, Kasola (R. Zair), asociat cu kasolit, parconsit, fourmarierit, becquerelit, schoepit.

III. HIDROXIZII ȘI OXIZII CU CONȚINUT DE OH

1. TIPUL AX_2

A. Grupa brucitului



BRUCIT $Mg(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,5208.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,13; c_0=4,74 Å; conține $Mg(OH)_2$. Z=1.

Habitus: cristale tabulare (0001), agregate paralele, subparalele, de cristale plate; varietăți aciculare [0001]. Mase foioase, fibroase, fibrele separate elastice, mase granulare rare. Forme principale: c (0001), m (11$\bar{2}$0), z (01$\bar{1}$3), e (01$\bar{1}$2), r (10$\bar{1}$1), h (07$\bar{7}$5), t (04$\bar{4}$1). Formațiuni metacoloidale stalactitice. *Clivaj:* (0001) perfect; foile desprinse sînt flexibile. *H*=$2^1/_2$. *G*=2,39. *Luciu:* pe suprafețele de clivaj și în spărtură sticlos. *Culoare:* alb, verde-pal, cenușiu, albăstrui. *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă ω=1,560—1,590, ε=1,580—1,600, Δ=0,012—0,020; fenomene de anomalie optică pentru agregatele cristaline; 2V mic. De regulă, uniax pozitiv.

Chimism și structură. Structura este tipic stratificată; în structură intră ca anioni grupa hidroxilică dipolară $(OH)^-$, cu raza ionică 1,40 Å. Aceste grupe sînt dispuse în structura cristalină după principiul celei mai compacte așezări hexagonale. Fiecare strat este constituit din două rețele plane paralele cu (0001), compuse din ioni de hidroxil. Între aceste rețele se găsește

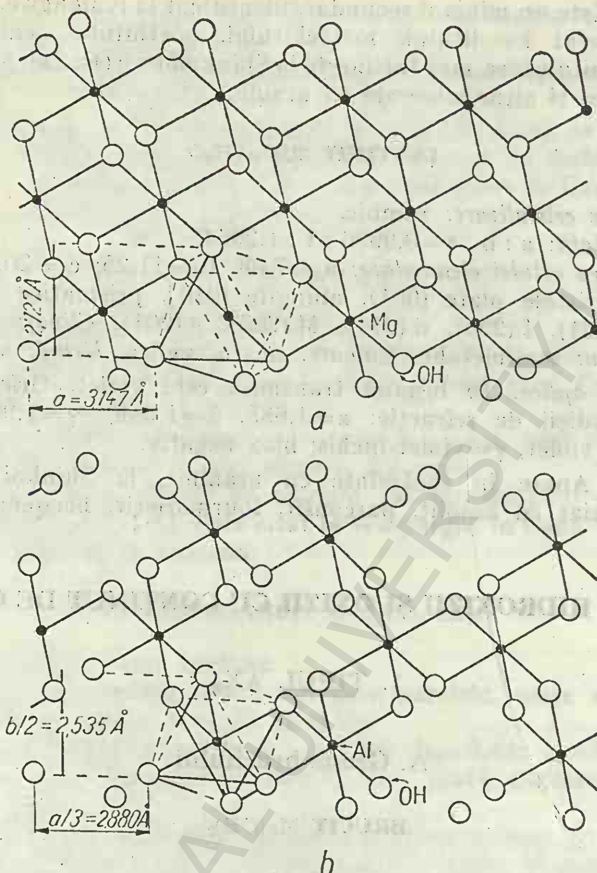


Fig. 53. Schema structurii brucitului (a) și gibbsitului (b).

rețeaua de cationi de Mg^{2+}, care ocupă golurile în coordonare octaedrică dintre cele două rețele plane de $(OH)^-$, adică fiecare ion de Mg^{2+} este înconjurat de șase anioni hidroxili, fiind legat de 3 ioni $(OH)^-$ ai unei rețele și 3 ioni $(OH)^-$ ai altei rețele plane. Clivajul se produce între aceste pachete de straturi, legate între ele prin legături slabe. În funcție de chimism se cunosc varietățile *ferrobrucit* (Fe în cantități apreciabile) și *manganobrucit* (Mn în cantități remarcabile). Mg substituit prin Mn poate arăta proporția Mg : Mn= 5 : 1, iar Fe^{2+} substituind Mg indică proporția Mg : Fe=25 : 2. Zn este deseori citat ca prezent, rezultat probabil tot al unor substituiri. La 410°C se înlătură conținutul în H_2O. În unele cazuri, datorită concreșterilor cu alte minerale, este prezent și CO_2 sub forma unor impurități, hidromagnezit $3\ MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3\ H_2O$.

Ocurență. Se formează prin hidroliza compușilor solubili ai magneziului în mediu alcalin. Se întîlnește uneori sub formă de vine subțiri și de salbande, produse în urma transformărilor hidrotermale suferite de rocile eruptive ultrabazice, bogate în magneziu, dunite și peridotite. Este asociat cu serpentina, hidromagnezitul, aragonitul etc. Apare semnalat uneori în calcare

Tabelul 65

Analize chimice

	1	2	3	4
MgO	69,12	67,34	60,33	57,81
FeO	—	—	9,57	—
ZnO	—	—	—	—
MnO	—	0,89	—	14,16
H_2O	30,88	31,52	28,60	28,00
Rez.	—	0,39	1,95	—
Total	100,00	100,14	100,45	99,97

1 — $Mg(OH)_2$. 2 — Wood's, mina Texas; Rez SiO_2. 3 — Ferribrucit fibros; Asbestos (Quebec); Rez. Fe_2O_3. 4 — Manganobrucit; SiO_2 și $CaCO_3$; Jacobsberg (Suedia).

dolomitice împreună cu calcitul, hidromagnezitul și periclazul, uneori sub formă de pseudomorfoze, avînd probabil origine hidrotermală. În condiții superficiale, brucitul se carbonatează ușor în medii ceva mai acide.

În România se întîlnește în formațiuni de contact termic, în complexe cristaline (Masivul Parîng, Masivul Godeanu) sau în calcarele din vecinătatea rocilor banatitice (Rușchița, Pietroasa, Budureasa).

Este citat în serpentinite la Swenaness, insula Unst Shetland; în Franța la Goryat; în Italia la Congne, în valea Aostei, și la Trentino; în Suedia lîngă Filipstadt, în Wermland; în U.R.S.S. în masivele serpentinice din Ural, Caucaz și Siberia, iar varietatea *nemalit* la Bojenov; în S.U.A. la minele de fier din Tilly Foster — New York, în Pennsylvania, în Texas, în California și New Jersey (de asemenea varietatea nemalit).

PIROCROIT $Mn(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : c = 1 : 1,400.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,34$; $c_0=4,68$ Å; conține $Mn(OH)_2$. Z=1.

Habitus: cristale tabulare (0001), columnare, romboedrice, fețele (10$\bar{1}$2) sau (10$\bar{1}$1) dezvoltate, rar prismatic [0001] sau (11$\bar{2}$0) și (0001); mase foioase, vinișoare fine. Forme principale: c (0001), m (10$\bar{1}$0), a (11$\bar{2}$0), p (10$\bar{1}$4), o (10$\bar{1}$2), q (30$\bar{3}$4), r (10$\bar{1}$1), s (30$\bar{3}$2), t (90$\bar{9}$4). *Clivaj:* (0001) perfect, foile de clivaj flexibile. $H=2^1/_2$. $G=3,25$. *Luciu:* sidefos pe suprafețele de clivaj. *Culoare:* verzui în suprafețe proaspete, albăstrui, brun de bronz, uneori negru.

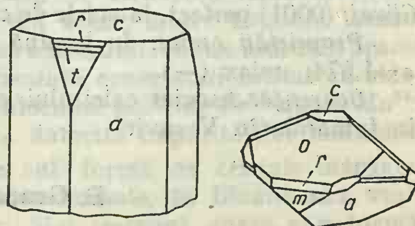


Fig. 54. Cristale de pirocroit: o(10$\bar{1}$2); t(90$\bar{9}$4); r(10$\bar{1}$1); a(11$\bar{2}$0); c(0001); m(10$\bar{1}$0).

Proprietăți optice. În secțiuni subțiri apare opac, mai ales în eșantioane

alterate, şi în culori roşii sau violet de ametist. Figuri de percusiune (0001), raze paralele (10$\bar{1}$0); ω=în roşu 1,681, ε=1,723, dicroic, brun şi brun-închis. În lumină reflectată reflexie puternică, colorat în negru pentru varietăţile alterate. Uniax negativ.

Chimism. Hidroxid de mangan $Mn(OH)_2$. Mg substituie Mn cu un raport Mn : Mg=5 : 1, nelipsită fiind şi prezenţa Zn şi a Fe^{2+} ca substituenţi ai Mn.

Tabelul 66

Analize chimice

	1	2	3	4
MnO	79,65	77,30	76,56	66,98
MgO	—	1,70	2,39	6,56
CaO	—	urme	0,29	0,32
FeO	—	0,40	0,47	1,39
ZnO	—	—	—	3,08
CO_2	—	—	1,99	0,37
H_2O	20,35	20,90	18,57	20,57
Rez.	—	—	—	0,89
Total	100,00	100,30	100,27	100,16

1 — $Mn(OH)_2$. 2 — Långban (Suedia). 3 — Nordmark (Suedia). 4 — Franklin (S.U.A.); Rez. MnO_2=0,89.

Ocurenţă. Mineral hidrotermal de temperatură joasă; apare asociat hausmanitului, rodocrozitului, calcitului, dolomitului. Este întîlnit în Suedia la Långban, Nordmark şi la Sjö; în Elveţia la Gonzen *(wiserit)*; în R. S. F. Iugoslavia la Prijedor; în S.U.A. la Franklin şi la Sterling Hill (New Jersey), la Alum Rock Park, lîngă San José, Santa Clara County — California, asociat cu tefroit, hausmanit, rodocrozit, baritină şi psilomelan.

PORTLANDIT $Ca(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,585; c_0=4,895 Å; conţine $Ca(OH)_2$. Z=1.

Habitus: cristale plate hexagonale, cristale artificiale (0001) sau (10$\bar{1}$0). *Clivaj:* (0001) perfect, lamelele de clivaj flexibile. *H*=2. *G*=2,230. *Culoare:* alb.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă este aproape incolor; ω=1,547, ε=1,574; uniax (—).

Ocurenţă. Asociat calcitului, se întîlneşte în roci de contact în Irlanda, în fumarole în Vezuviu.

B. Grupa lepidocrocitului

În această grupă intră aşa-numiţii monohidraţi ai elementelor trivalente; cristalizează în sistemul rombic şi se cunosc două modificaţii, α şi γ.

LEPIDOCROCIT $FeO(OH)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,309 : 1 : 0,245.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3,88; b_0=12,54; c_0=3,07 Å; conține $Fe_4O_4(OH)_4$. Z=4.

Habitus: cristale lamelare după (010), alungite [100], striațiuni pe fața (010) după [100]. În cavități apare sub formă de agregate solzoase fin imbricate sau fibroase, iar pe pereții geodelor ca mase reniforme. Forme principale: c (001), b (010), a (100), w (031), d (201), t (131). *Clivaj:* (010) perfect, (100) slab, (001) bun. *H*=5. *G*=4,00. *Luciu:* semimetalic sau adamantin. *Culoare:* roșu de rubin, brun-roșcat. *Urmă:* oranj.

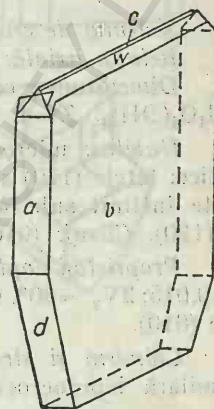


Fig. 55. Cristal de lepidocrocit: a(100); b(010); c(001); w(031); d(201).

Proprietăți optice. În lumină transmisă apare roșcat, roșu, oranj, galben. Orientarea: α=b, β=c, γ=a; indicii de refracție: α=1,94, β=2,20, γ=2,51, Δ=0,57; $2V_\alpha$=83°; planul axelor optice (001); pleocroic: α=galben-deschis, β=roșu-oranj, γ=roșu-oranj închis. În lumină reflectată culoarea este cenușiu-albă; *R* în aer, pentru verde 20,5%, oranj 17%, roșu 16%, iar în imersie, pentru verde 8%, oranj 5,5%, roșu 5%. Bireflexia în aer este clară și în imersie devine foarte puternică. Prezintă anizotropie puternică; reflexiile interne sînt puse în evidență prin iluminare oblică; culorile care se remarcă sînt brun-roșietice, mai rar galben-roșietice sau brune.

Chimism și structură. Structura este caracterizată prin așezarea cationilor de Fe^{3+}, înconjurați de șase ioni de oxigen. Acești anioni sînt așezați în vîrfurile unor octaedri deformați, legați între ei în lanțuri dispuse paralel cu axa a. Aceste lanțuri sînt unite prin legături laterale, prin muchiile octaedrilor, în rețele duble continui și paralele cu (010). Aceste rețele duble sînt unite reciproc prin legături slabe de hidrogen, în formă de șiruri continui în zigzag O—H—O—H—O; fiecare anion O^{2-} învecinat cu ionii de H^+ este legat, pe de-o parte, cu doi cationi de Fe^{3+} primind de la ei cîte 1/2 valențe, iar pe de altă parte, cu doi cationi de H^+ avînd drept rezultat o saturare completă a valenței sale. În ceea ce privește anionii O^{2-}, dispuși în interiorul rețelelor duble, valența lor este de asemenea satisfăcută complet de fracțiunile de valențe, cedate cationilor Fe^{3+} — fiecare anion de O^{2-} este înconjurat de patru cationi de Fe^{3+}. Astfel, în structura lepidocrocitului participă două tipuri de ioni de oxigen și din acest motiv formula acestui mineral trebuie scrisă sub forma $FeO(OH)$; ca atare, unii ioni de hidroxili lipsesc din structură. Este dimorf cu goethitul. Prezintă concreșteri intime cu sideroza, de unde prezența în chimism a CO_2; înlocuind pozițiile Fe^{3+} apare Mn^{3+}; în cantități nesemnificative este citat SiO_2, datorită impurităților mecanice.

Ocurență. Lepidocrocitul se întîlnește sub formă de cristale mărunte, lamelare (*mică de rubin*) în zăcămintele hidrotermale, în filoane sau vinișoare subțiri, constituind minereu de fier. Mai frecvent apare sub formă de pături concentrice constituite din agregate imbricate în limonitele stalactitice sau pe pereții geodelor de origine vadoasă. Lepidocrocitul poate trece

în goethit. S-a identificat, alături de goethit și hidrogoethit, în România la Căpușu Mic, Căpușu Mare, Agîrbici și Straja; pe seama concrețiunilor oolitice de lepidocrocit s-au dezvoltat masele de goethit și hidrogoethit.

Ca mineral hidrotermal de temperatură joasă, apare în R. F. Germania, la Siegen, în U.R.S.S. în zăcăminte de fier la Angara — Ilim și în zăcămîntul de la Peleataevsk, aproape de Celiabinsk. Varietatea β FeO (OH) a fost întîlnită în Japonia, în minele Akagani Iwate.

BÖHMIT AlO(OH)

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

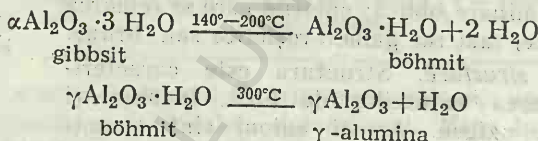
Relația axială: a : b : c=0,320 : 1 : 0,242.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,78$; $b_0=11,80$; $c_0=2,85$ Å; conține $Al_4O_4(OH)_4$. Z=4.

Habitus: microscopic se identifică cristale tabulare (001), agregate pisolitice; fețele (110) sînt strălucitoare în timp ce celelalte sînt mate. De obicei este întîlnit sub formă de mase criptocristaline. Forme principale: c (001), n (120). *Clivaj:* (010) bun. *G*=3,01—3,06. *H*=3½—4. *Culoare:* alb, incolor.

Proprietăți optice. $\alpha=1,64-1,65$, $\beta=1,65-1,66$, $\gamma=1,65-1,67$, $\Delta=0,015$; $2V_\gamma=80°$. Orientarea: $\alpha=b$, $\beta=a$, $\gamma=c$. Planul axelor optice fie (001) fie (010).

Chimism și structură. Rețeaua cristalină și așezarea particulelor este similară lepidocrocitului. Se întîlnește reacția:



$$\alpha Al_2O_3 \cdot 3\,H_2O \xrightarrow{140°-200°C} Al_2O_3 \cdot H_2O + 2\,H_2O$$
gibbsit — böhmit

$$\gamma Al_2O_3 \cdot H_2O \xrightarrow{300°C} \gamma Al_2O_3 + H_2O$$
böhmit — γ-alumina

Ocurență. Este cunoscut îndeosebi în zăcăminte exogene de bauxită; recent a fost identificat ca mineral hidrotermal de temperatură joasă, sub formă de cristale mici, în cavitățile unor pegmatite legate de roci alcaline, în asociație cu hidrargilit, cristale aciculare de zeolit *(natrolit)*, probabil consecința unor transformări ale nefelinului.

În România se găsește în M. Apuseni, în bauxite.

În U.R.S.S. apare în cavitățile pegmatitelor la Vișnevîk în M. Ural, în Franța în bauxite de Ariège și Var.

MANGANIT MnO(OH)

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,8441 : 1 : 0,5448; β=90°.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8,84$; $b_0=5,23$, $c_0=5,74$ Å; conține $Mn_8O_8(OH)_8$. Z=8.

Habitus: cristale prismatice [001], fețe terminale (001), macrodomuri și macropiramide. Mase granulare compacte sau forme stalactitice. Forme principale: c (001), b (010), y (130), t (250), l (120), k (230), m (110), i (430), d (210), h (410), e (011), f (021), u (101), p (111), v (221), x (365), s (212), n (121). *Macle:* plan de maclă (011), contact și penetrație, plan de maclă

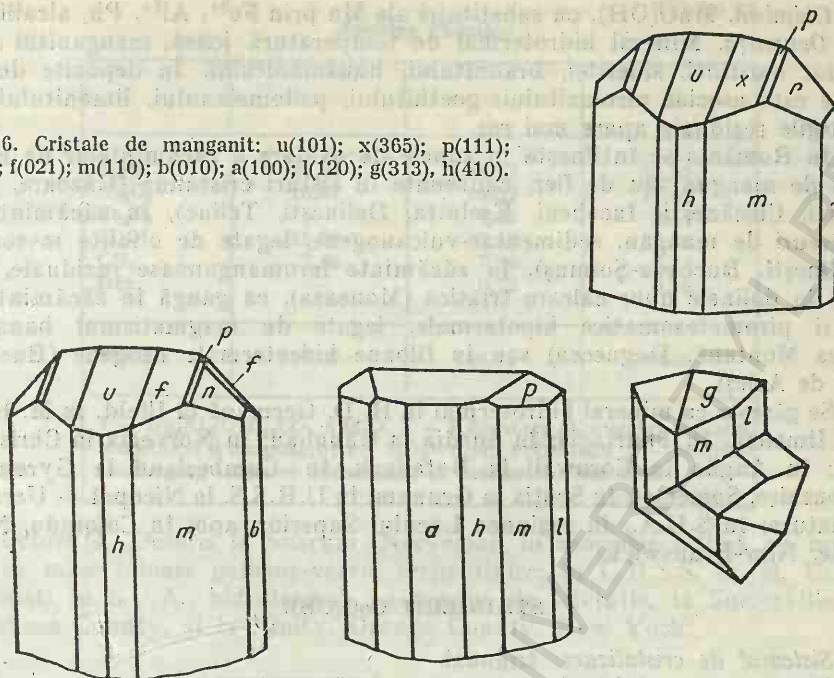


Fig. 56. Cristale de manganit: u(101); x(365); p(111); n(121); f(021); m(110); b(010); a(100); l(120); g(313), h(410).

100), lamelare cu simetrie monoclinică. *Clivaj:* (010) aproape perfect, (110) și (001) slab. *Spărtură:* neregulată. $H=4$. $G=4{,}30-4{,}4$. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, negru de oțel. *Urmă:* brun-roșcată. *Translații:* T (010), t (001).

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în brun, roșu. Orientarea: $\alpha=a$, $\beta=b$, $\gamma=c$; indicii de refracție: $\alpha=2{,}25$, $\beta=2{,}25$, $\gamma=2{,}53$; pleocroic: α=brun-roșcat, γ=brun-roșu; biax pozitiv, 2V mic. În lumină reflectată este colorat alb-cenușiu, anizotropie clară, bireflexie scăzută. $R \parallel [100]$, pentru verde 16,5%, oranj 12%, roșu 12,5%, iar paralel cu [001], pentru verde 19%, oranj 16%, roșu 15,5%.

Tabelul 67

Analize chimice

	1	2	3
MnO	80,66	79,55	79,60
O	9,12	9,27	8,76
H_2O	10,22	10,32	10,16
$(Fe, Al)_2O_3$	—	0,30	0,35
BaO	—	0,15	—
PbO CuO	—	0,10	0,10
CaO	—	0,10	urme
$(Na, K)_2O$	—	0,22	—
Rez.	—	0,28	1,23
Total	100,00	100,29	100,20

1 — MnO(OH). 2 — Ilfeld (M. Harz); Rez. gangă. 3 — Långban (Suedia); Rez.$SiO_2=0{,}11$, $MgO=0{,}87$, $Sb_2O_3=0{,}25$.

Chimism. MnO(OH), cu substituiri ale Mn prin Fe^{3+}, Al^{3+}, Pb, alcalii, Ca.

Ocurență. Mineral hidrotermal de temperatură joasă, manganitul apare asociat baritinei, sideritei, braunitului, hausmanitului. În depozite descendente este asociat piroluzitului, goethitului, psilomelanului, limonitului etc. În argile reziduale apare mai rar.

În România se întîlnește în zonele de oxidare a zăcămintelor de minereuri de mangan sau de fier, cantonate în șisturi cristaline (Răzoare, Șaru Dornei, Ciocănești, Iacobeni, Eșelnița, Delinești, Teliuc), în zăcăminte de minereuri de mangan, sedimentar-vulcanogene, legate de ofiolite mezozoice (Godinești, Buceava-Șoimuș), în zăcăminte feromanganoase reziduale, formate în dolinele unor calcare triasice (Moneasa), ca gangă în zăcăminte de sulfuri pirometasomatice hipotermale, legate de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Dognecea) sau în filoane hidrotermale neogene (Bucium, Baia de Arieș).

Se găsește ca mineral hidrotermal în R. D. Germană la Ilfeld, în M. Harz, și la Ilmenau, în Thuringia; în Suedia la Långban; în Norvegia la Christiansand; în Anglia în Cornwall la Botallack, în Cumberland la Gyremont, Devonshire, Somerset, în Scoția la Grunam; în U.R.S.S. la Nicopol — Ucraina, la Ciatura; în S.U.A., în regiunea Lacului Superior, apoi în Colorado, Noua Scoție, New-Brunswick.

STAINIERIT CoO(OH)?

Sistemul de cristalizare: trigonal.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=2{,}85$; $c_0=13{,}13$ Å. Cruste, macrocristale dispuse radiar.

În secțiuni arată contururi hexagonale și pseudohexagonale.

Clivaj: vizibil după direcția de alungire sau ușor înclinat. *Spărtură:* neregulată sau concoidală. $H=4-5$. $G=4{,}13-4{,}47$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru, cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. În lumină reflectată apare colorat alb, cenușiu; slab anizotrop, bireflexie evidentă.

Ocurență. Mineral secundar în zona de oxidație a zăcămintelor cu cobalt, stainieritul este asociat malachitului, hematitului, wadului cobaltifer și altor minerale de cobalt. Se întîlnește la Mindigi, Suisjia, Kadjilangwe, Luambo (Shaba — R. Zair), precum și la Goodsprings (Nevada — S.U.A.).

C. Grupa hidrotalcitului

HIDROTALCIT $Mg_6Al_2(OH)_{16}(CO_3)\cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6{,}13$; $c_0=46{,}15$ Å. Z=3.

Habitus: masiv, mase foioase, structură lamelară (0001), lamelar-fibroasă. *Clivaj:* (0001) perfect, lamelele flexibile, dar nu elastice. $H=2$. $G=2{,}06$. *Luciu:* sidefos. *Culoare:* alb, cenușiu de staniu. *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă $\omega=1{,}495$, $\varepsilon=1{,}511$; uniax negativ, uneori biax, cu 2V foarte mic și variabil; nepleocroic.

Chimism. Hidroxid-carbonat de magneziu și aluminiu hidratat; polimorf cu manasseitul.

Tabelul 68

Analize chimice

	1	2	3
MgO	40,04	39,72	39,52
Al_2O_3	16,87	15,32	14,42
Fe_2O_3	—	1,89	2,44
H_2O	35,80	35,46	36,28
CO_2	7,28	7,[illegible]0	7,33
Rez.	—	0,72	0,56
Total	100,00	100,71	100,55

1 — $Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4\,H_2O$. 2 — Köngsberg (Norvegia); amestec hidrotalcit și manasseit Rez. $SiO_2=0,44$, $FeO=0,28$. 3 — Snarum (Norvegia); amestec hidrotalcit și manasseit. Rez. insol.

Ocurență. Descris la Snarum (Norvegia), în asociație intimă cu manasseit în mase foioase galbene-verzui serpentinice; în U.R.S.S. în M. Ural la Zlatoust; în S.U.A., hidrotermal, ca produs de alterație, la Somerville, St. Lawrence County, și la Amity, Orange County, New York.

STICHTIT $Mg_6Cr_2(OH)_{16}(CO_3) \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,18$; $c_0=15,5$ Å. $Z=1$.

Habitus: mase masive, agregate plate sau fibroase. *Clivaj:* (0001) perfect, lamelele flexibile, dar nu elastice. $H=2^1/_2$. $G=2,20$. *Luciu:* gras sau sidefos. *Culoare:* liliachiu, roz de piersică. *Urmă:* pal-liliachie.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este ușor colorat în roz de piersică și în liliachiu. Indicii de refracție: $\omega=1,518$ și $\varepsilon=1,545$; pleocroic; $\varepsilon=$ roz-închis de piersică, $\omega=$roz-deschis liliachiu; uniax negativ, uneori biax, 2V mic, variabil, alungire pozitivă.

Ocurență. Este întîlnit în mase serpentinice, asociat cromitului, barberitonitului, antigoritului, la Dundas (Tasmania), la Kaapsche Hoop, Barberton (Transvaal — Africa de Sud), în Canada la Megantic, Black Lake (Quebec).

PIROAURIT $Mg_6Fe_2(OH)_{16}(CO_3) \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,19$; $c_0=46,54$ Å. $Z=3$.

Habitus: tabular (0001), fețele cu striuri slab vizibile, sau tabular după (01$\bar{1}$5) sau (20$\bar{2}$5). *Clivaj:* (0001) perfect, lamelele flexibile, dar nu elastice. $H=2^1/_2$. $G=2,12$. *Luciu:* sticlos sau sidefos. *Culoare:* galben, alb-cenușiu, verzui.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este incolor; indicii de refracție: $\omega=1,543$, $\varepsilon=1,564$; pleocroic: $\omega=$incolor, $\varepsilon=$galben-pal, brun-roșcat. Uniax negativ, uneori biax; 2V mic și variabil.

Ocurență. A fost determinat la Långban (Suedia), asociat calcitului, în zăcăminte hidrotermale de temperatură joasă. În amestec intim cu sjögrenitul, în concreşteri paralele, apare la Kraubat (Styria — Austria), asociat brucitului, aragonitului, calcitului etc., iar în Italia la Val Malenco (Lombardia) şi Val Romazzo (Liguria), în serpentinite. În R. S. F. Iugoslavia se găseşte la Mediokamen şi la Belikamen (Serbia). În S.U.A. se întîlneşte în serpentinite, la Blue Mont (Maryland) şi în Canada în cavități, în dolomite, la Rutherglen (Ontario).

D. Grupa sjögrenitului

MANASSEIT $Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,12$; $c_0=15,34$ Å; conţine $Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$. Z=1.

Habitus: masiv, mase foioase, structuri lamelare (0001). *Clivaj:* (0001) perfect, lamelele flexibile, dar neelastice. *H*=2. *G*=2,05. *Luciu:* sidefos. *Culoare:* alb, uşor-cenuşiu sau alb-brun.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este incolor; $\omega=1,510$, $\varepsilon=1,524$; uniax negativ, uneori biax; 2V variabil şi mic.

Ocurență. Asociat hidrotalcitului se găseşte în serpentinite la Snarum (Norvegia) şi la Amity, Orange County (New York — S.U.A.).

BARBERTONIT $Mg_6Cr_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,17$; $c_0=15,52$ Å; conţine $Mg_6Cr_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$. Z=1.

Habitus: masiv, mase fibroase sau plate (0001). *Clivaj:* (0001) perfect, lamele flexibile, dar neelastice. $H=1^1/_2-2$. *G*=2,10. *Luciu:* sidefos. *Culoare:* intens liliachiu, roz de piersică. *Urmă:* pal-liliachie.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este roz de piersică şi liliachiu. Indicii de refracție: $\omega=1,529$, $\varepsilon=1,557$; pleocroic: ω=roz de piersică, ε= roz de piersică, liliachiu. Uniax negativ, uneori biax, 2V mic, variabil. Alungire pozitivă.

Ocurență. Intim asociat cu stichtitul, cromitul şi antigoritul; se întîlneşte în mase de serpentinite; deseori apare în amestec intim cu stichtitul, la Dundas (Tasmania), la Kaapsche Hoop, Barberton (Transvaal — Africa de Sud).

SJÖGRENIT $Mg_6Fe_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,20$; $c_0=15,57$ Å; conţine $Mg_6Fe_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$. Z=1.

Habitus: cristale tabulare, plate (0001) ori hexagonale, striațiuni distincte pe fețele laterale. *Clivaj:* (0001) perfect, lamele flexibile, dar neelastice.

$H=2^1/_2$. $G=2{,}11$. *Luciu:* sticlos, sidefos (pe suprafeţele de clivaj). *Culoare:* galben, alb-brun.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă incolor; indicii de refracţie: $\omega=1{,}550$, $\varepsilon=1{,}573$; pleocroic: ω=incolor, ε=galben-pal sau brun; uniax negativ.

Ocurenţă. Se întîlneşte în Suedia la Långban, în asociaţie cu calcitul, şi pyrauritul, în zăcăminte hidrotermale de temperatură joasă; de asemenea în Italia, S.U.A. şi R. S. F. Iugoslavia.

BRUGNATELLIT $Mg_6Fe(OH)_{13}CO_3 \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}48$; $c_0=16{,}00$ Å; conţine $Mg_6Fe(OH)_{13}CO_3 \cdot 4\,H_2O$.

Habitus: masiv, mase foioase, lamelare (0001). *Clivaj:* (0001) perfect. *H* aproape 2—3. $G=2{,}07$. *Luciu:* sidefos. *Culoare:* galben, alb-brun. *Urmă:* albă.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă incolor; indicii de refracţie: $\omega=1{,}510$, $\varepsilon=1{,}540$; pleocroic: ω=incolor, ε=galben-roşcat; uniax negativ.

Ocurenţă. Apare sub formă de cruste, în mase de serpentinite, asociat hidromagnezitului, crisotilului, aragonitului, brucitului, în Italia la Ciappanico, la Val Malenco (Lombardia), Vui la Val de Lanzo (Piemonte), la Monte Ramazzo (Liguria) şi în S.U.A. în statul Colorado la Iron Hill, Gunnison County.

PSILOMELAN $BaMn^{2+}Mn_8^{4+}O_{16}(OH)_4$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9{,}56$; $b_0=2{,}88$; $c_0=13{,}85$ Å; conţine $H_4BaMnMn_8O_{20}$. $Z=2$.

Habitus: mase reniforme, mamelare, cruste, forme stalactitice, mase pămîntoase, pulverulente, frecvente eflorescenţe. $H=5-6$; descreşte pentru varietăţile pămîntoase. $G=4{,}71$. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru, uneori negru-brun. *Urmă:* de obicei neagră.

Proprietăţi optice. Cercetarea optică este dificilă; este eficientă în imersie. *R* este scăzut, avînd valori cuprinse între 22—30%; culoarea este cenuşiu-albă, mai închisă decît a piroluzitului. Bireflexie şi anizotropie ridicate.

Chimism. Compoziţia chimică este variabilă; raportul între MnO şi MnO_2 variază în limite relativ mari, în funcţie de gradul de oxidare a manganului. În compoziţie intră diferiţi hidroxizi de mangan şi se întîlnesc îndeosebi sub formă de mase criptocristaline şi colomorfe. Studiile röntgenometrice au arătat că hidroxizii de mangan sînt cristalizaţi, iar structura lor este relativ diferită. În constituţia lor chimică intră şi oxizii de K, Ba, Ca, Pb, Zr, Co, Ni, Cu, mai rar oxizii de Si, W, P, As. Se remarcă şi prezenţa, ca amestecuri coloidale, a Fe_2O_3, Al_2O_3 hidrataţi şi substanţe organice.

Ocurenţă. Mineral secundar, psilomelanul apare în condiţii exogene, în zonele de oxidare a zăcămintelor de mangan, de regulă de origine sedimentară. Tot ca mineral secundar se găseşte şi în zăcămintele hidrotermale de minereuri de mangan. Se formează îndeosebi pe seama mineralelor de braunit, hausmanit, uneori silicaţi şi carbonaţi de mangan; prin întărirea gelurilor de hidroxizi de mangan apare în goluri sub formă de mase compacte,

Tabelul 69

Analize chimice

	1	2	3	4
Li_2O	—	urme	urme	—
Na_2O	—			0,15
K_2O	—			0,20
CaO	—	0,19	0,26	0,08
MgO	—	0,15	0,13	0,25
BaO	16,04	17,46	17,48	15,08
CuO	—	0,48	0,31	0,08
CoO	—	0,90	1,00	0,25
MnO	7,42	7,09	7,12	7,63
MnO_2	72,77	66,62	66,73	70,78
SiO_2	—	0,52	0,51	0,05
Al_2O_3	—	0,37	0,35	0,30
Fe_2O_3	—	0,15	0,20	0,21
WO_3	—	0,89	0,68	—
H_2O^{+-}	3,77	4,86	4,91	3,75
Rez.	—	—	—	1,36
Total	100,00	99,68	99,68	100,17

1 — $H_4BaMnMn_8O_{20}$. 2 — Schneeberg (R. D. Germană). 3 — Eibenstock (R. D. Germană); Rez. NiO urme. 4 — Tekrasi (Bengal, India); Rez. PbO=0,08, NiO=0,20, ZnO=0,30, P_2O_5=0,75, S=0,04, Cl urme.

stalactitice. În zăcămintele sedimentare de mangan se întîlnește sub formă de intercalații stratiforme de minereu compact sau constituit din oolite și concrețiuni sferice cu structură concentrică. În condiții de suprafață se oxidează și se deshidratează; în aceste cazuri, pe seama psilomelanului, se formează piroluzitul, deseori sub formă de mase negre, afînate.

În România apare ca mineral supergen, format în zona de oxidare a zăcămintelor de mangan, mai rar de fier sau de pirită, în șisturi cristaline (Răzoare, Mina Altîn-Tepe), formate rezidual pe calcare mezozoice (Moneasa), exhalative, legate de magmatismul ofiolitic (Zam); de asemenea supergen, format în legătură cu zăcămintele de sulfuri asociate magmatismului banatitic (Pîrnești, Godinești, Buceava-Șoimuș).

Dintre cele mai însemnate zăcăminte sedimentare de mangan cităm pe cele din U.R.S.S., de la Ciatura, Transcaucazia și Nicopol — Ucraina, precum și pe cele din R. D. Germană de la Schneeberg (Saxonia).

2. TIPUL AX_3

SASSOLIT $B(OH)_3$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: a : b : c=0,9990 : 1 : 0,9228; α=92°30′; β=101°11$^1/_2$′; γ=119°51′.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7,04$; $b_0=7,04$; $c_0=6,56$ Å; conține $H_{12}B_4O_{12}$. $Z=4$.

Habitus: cristale tabulare (001), pseudohexagonale, rar dezvoltate după [001], forme stalactitice. Forme principale: c (001), b (010), a (100), M (1$\bar{1}$0), v (011), u (0$\bar{1}$1), y (102), x ($\bar{1}$02), s (1$\bar{1}$1), r ($\bar{1}$11). *Macle:* comune cu ax [001]. *Clivaj:* (001) perfect; cristale fibroase, flexibile. $H=1$. $G=1,45$. *Luciu:* sidefos. *Culoare:* alb, cenușiu, gălbui, brun datorită incluziunilor de sulf.

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolor; indicii de refracție: $\alpha=1,340$, $\beta=1,456$, $\gamma=1,459$; biax negativ, $2V_\alpha$ de regulă mic, uneori 75°. Planul axelor optice în (010) perpendicular pe (001).

Chimism. Acid boric $B(OH)_3$, cu $B_2O_3=56,39\%$, $H_2O=43,61\%$ (total 100,00%).

Ocurență. Sub formă de eflorescențe apare în Italia, în fumarole, alături de săruri de amoniu, în insula Lipari, în craterul Vulcano; se depune din ape calde la Sasso (Toscana), la Voltena și Massa Marittima; apare de asemenea în fisurile vulcanului Avatsch din Kamceatka.

GIBBSIT $Al(OH)_3$

Sinonim: *hidrargilit.*

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 1,7089 : 1 : 1,9184; $\beta=94°31'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8,64$; $b_0=5,07$; $c_0=9,72$ Å; conține $Al_8(OH)_{24}$. $Z=8$.

Habitus: tabular hexagonal (001) sau (100) și frecvent (110), uneori lamelar, concrețiuni sferoidale, mase stalactitice, reniforme, structuri fibroase, mase pămîntoase; la suprafața pămîntului în mase solzoase fin îmbricate sau criptocristaline. Forme principale: c (001), a (100), b (010), m (110), n (870), l (410), t (920), d ($\bar{1}$01), s ($\bar{3}$12), u ($\bar{6}$23). *Macle:* caracteristice sînt maclele complexe după (001) și (110) cu axul de maclă [130]. *Clivaj:* (001) perfect. $H=2^1/_2-3^1/_2$. $G=2,40$. *Luciu:* sidefos (pe suprafețe de clivaj), sticlos (în mase criptocristaline). *Culoare:* alb, cenușiu, verzui, alb-roșietic; uneori este galben-roșu, îndeosebi varietățile impure. Figuri de percusiune pe fața (001) sub forma unor raze perpendiculare pe (100) și pe (110). *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolor; orientarea: $\alpha=b$, $\beta\wedge c=69°$, $\gamma\wedge c=21°$; indicii de refracție: $\alpha=1,568$, $\beta=1,568$, $\gamma=1,587$; biax pozitiv, $2V=0°$, în lumină albastră la $26^1/_2$°C. Alungirea fie (+) fie (−) la $56^1/_2$°C $\beta=b$ și $\gamma\wedge c=+45^1/_2°$ (în lumină roșie).

Chimism și structură. Este un trihidrat care se formează în primele momente ale hidrolizei sărurilor acestui element. Conține deseori, sub forma unui amestec izomorf, Ga^{3+} în cantități mai mari sau mai mici, în funcție de condițiile locale. Structura cristalină este stratificată, apropiată de structura brucitului. Unele particularități sînt determinate de faptul că ionul de aluminiu are, în comparație cu ionul de magneziu, o sarcină mai mare și o rază ionică mai mică. În gibbsit, la fel ca la brucit, fiecare strat este compus din două rețele plane de ioni de hidroxil, așezați compact, între care se află rețeaua de cationi de Al^{3+}. Deoarece sarcina ionului de Al^{3+} este mai mare decît sarcina ionului de magneziu, pentru neutralizarea sarcinii negative a ionilor de hidroxil este nevoie de un număr mai mic de cationi de Al^{3+}. De aceea, cationii de Al^{3+} nu ocupă toate golurile octaedrice dintre straturile

de (OH)$^-$, cum se întîmplă la brucit, ci numai 2/3 din aceste goluri. Datorită acestui fapt, ionii de Al^{3+} nu sînt dispuşi sub formă de hexagoane centrate, ca în reţeaua brucitului, ci sub formă de hexagoane simple. Dacă vom compara aceste reţele vom vedea că în cazul reţelei brucitului vor exista 6 ioni de OH^- şi 3 ioni de Mg^{2+}, adică formula reţelei hexagonului va fi $Mg_3(OH)_6$. La reţeaua hidrargilitului, pentru acelaşi număr de ioni de OH^-, vor exista numai 2 ioni de Al^{3+}, adică formula reţelei hexagonului va fi $Al_2(OH)_6$. Legătura dintre pachetele de straturi variază şi ea; în timp ce la structura brucitului fiecare ion OH^- este aşezat în centru, între trei ioni de OH^- ai stratului următor, în structura hidrargilitului fiecare ion OH^- al unui strat corespunde fiecărui ion de OH^- al stratului următor. În chimismul mineralului sînt identificaţi permanent Fe_2O_3, SiO_2, P_2O_5, de cele mai multe ori ca impurităţi determinate de amestecuri intime cu fosfaţi, silice sau hidroxizi de fier.

Tabelul 70

Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	—	0,17	0,20	—
MgO	—	urme	0,03	—
Al_2O_3	65,35	64,92	62,80	63,59
Fe_2O_3	—	urme	0,44	—
SiO_2	—	1,03	2,78	2,01
H_2O	34,65	34,12	33,74	34,75
Rez.	—	—	0,04	—
Total	100,00	100,24	100,03	100,35

1 — $Al(OH)_3$ teoretic. 2 — Tresni, Moravia, Cehoslovacia. 3 — Kodikanal (Madras, India); Rez. TiO_2. 4 — Bhekowli, Satara (India).

Ocurenţă. Se formează prin descompunerea şi hidroliza silicaţilor de aluminiu, în parte în decursul proceselor hidrotermale la temperaturi joase, dar în primul rînd prin procese exogene de alterare, mai ales în condiţiile unei clime calde, în ţările tropicale şi subtropicale. Hidrargilit de origine hidrotermală se întîlneşte relativ rar şi în cantităţi mici. El a fost găsit în unele zăcăminte endogene ca un mineral ce se formează în ultimele stadii din soluţiile hidrotermale de temperatură joasă.

În ţările calde, hidroxizii de aluminiu, inclusiv hidrargilitul, se formează de obicei împreună cu hidroxizii de fier în urma proceselor de alteraţie. Hidrargilitul se găseşte în cantităţi mult mai mari în aşa-numitele laterite, produse de alteraţie foarte răspîndite în ţările tropicale sub formă de cruste ce acoperă roci şi în a căror compoziţie mineralogică intră în special hidroxizii care conţin Fe_2O_3 şi mai puţin Al_2O_3 şi SiO_2. Hidrargilitul intră în compoziţia bauxitei.

În România se găseşte, ca şi alţi hidroxizi de aluminiu, în compoziţia mineralogică a bauxitelor din masivele Bihor şi Pădurea Craiului.

Acumulările mari de aluminiu sînt rezultatul produselor de alterare *in situ*; cele mai importante minereuri de aluminiu constau din bauxită şi

sînt rezultate din alterarea lateritică. Bauxita și lateritul sînt constituiți din hidrargilit- $\gamma Al(OH)_3$, diaspor $HAlO_2$, böhmit- $\gamma AlOOH$, hidroxizi de fier etc. În general, bauxitele sînt de origine continentală sedimentară și sînt deseori localizate pe locul de origine, putînd indica natura rocilor pe seama cărora s-au format. Există bauxite silicioase și calcaroase care sînt din punct de vedere chimic destul de asemănătoare.

Bauxitele silicioase s-au format prin laterizarea prelungită a rocilor magmatice, de preferință a celor bazice — gabbrouri, diabaze, bazalte. Bauxitele calcaroase sînt formate din calcare argiloase, sub acțiunea apelor cu bioxid de carbon, într-un climat cald; materialul argilos a fost transformat în bauxită, carbonatul fiind îndepărtat prin soluțiile de alterare, în stare de bicarbonat. Sub formă de cristale bine dezvoltate, hidrargilitul a fost descris în U.R.S.S. la Tiehvinsk, lîngă Leningrad, la Șișim și Naziam (Uralul de Sud); în Norvegia, în insula Arö, la Langesund Fiord; în Brazilia, în Minas Geraes; în S.U.A. la Richmond și Lenox, în statele Massachussetts, New York și Pennsylvania etc.

HIDROCALUMIT $Ca_4Al_2(OH)_{14} \cdot 6H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2, pseudohexagonal.

Relația axială: a : b : c = 0,842 : 1 : 1,477.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 9,60$, $b_0 = 11,4$, $c_0 = 16,84$ Å; $\beta = 69°$; conține $Ca_{16}Al_8(OH)_{56} \cdot 24 H_2O$. Z=4.

Habitus: masiv. *Clivaj:* (001) perfect. *H*=3. *G*=2,15. *Luciu:* sticlos, sidefos, pe suprafața de clivaj. *Piroelectric.*

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolor; orientarea: $\alpha \wedge c < 3°$. $\beta = b$; indicii de refracție: $\alpha = 1,535$, $\beta = 1,553$, $\gamma = 1,557$; biax negativ, $2V_\alpha = 24°$.

Ocurență. Este întîlnit la Scaut Hill, Antrim (Irlanda).

IV. OXIZII MULTIPLI

1. TIPUL ABX_2

DELAFOSSIT $CuFeO_2$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : c = 1 : 1,945.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 3,03$; $c_0 = 17,13$ Å; conține $CuFeO_2$.

Habitus: cristale tabulare (0001) și (10$\bar{1}$1), ca formă dominantă. Forme principale: c (0001), m (10$\bar{1}$0), r (10$\bar{1}$1). *Macle:* (0001). *Clivaj:* (10$\bar{1}$0) imperfect. *H*=$5^1/_2$. *G*=5,41. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* neagră. *Ușor magnetic.*

Proprietăți optice. În lumină reflectată colorat alb-brun, roz; anizotropie puternică, bireflexie clară de la brun-galben la brun-roz.

Ocurență. În U.R.S.S. în regiunea Sverdlovsk, Siberia; în Mexic la Copreasa, Sanoripa, districtul Sonora; în Spania la Cartagenera, Sevilla; în S.U.A. la Bisbée, în statul Arizona, și la Kimberley, în statul Nevada.

A. Grupa goethitului

DIASPOR $HAlO_2$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,4689 : 1 : 0,3019.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,41; b_0=9,40; c_0=2,84 Å; conține $H_4Al_4O_8$. Z=4.

Habitus: cristale columnare, plate uneori după (010), alungite după [001], pînă la aciculare [001], rar tabulare după (100). În zona [001] striațiuni orientate după [001] și în zona [01̄2] striațiuni orientate după [01̄2]. Mase foioase, forme stalactitice, granule fine, diseminate. Forme principale: b (010), l (140), k (130), m (110), e (021), s (111), p (121), c (001), a (100). *Macle:* (061) comune sau (021) mai rare, cu aspecte pseudohexagonale. *Clivaj:* (010) perfect, (110) slab. *Spărtură:* concoidală. $H=6^1/_2-7$. $G=3,3-3,5$. *Luciu:* strălucitor, sidefos (pe fața de clivaj), sticlos (în spărtură). *Culoare:* alb, alb-cenușiu, incolor, cenușiu-verde, brun, galben, liliachiu.

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolor; indicii de refracție: $\alpha=1,682-1,706$, $\beta=1,705-1,725$, $\gamma=1,730-1,752$, $\Delta=0,04-0,05$; $2V_\gamma=$ $=84-86°$; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$.

Chimism și structură. Este dimorf cu böhmitul. Mn^{3+} poate substitui frecvent Al^{3+}, de asemenea Fe^{3+} substituie Al^{3+}, raportul de substituție fiind: Fe : Al=1 : 19. Frecvent este prezent SiO_2.

Structura cristalină se caracterizează printr-o așezare compactă a ionilor O^{2-}, în timp ce ionii de Al^{3+} se dispun în golurile octaedrice, adică între 6 ioni de oxigen. Fiecare ion de oxigen este legat cu trei ioni de Al^{3+}, adică numerele de coordonare pentru aluminiu și oxigen sînt aceleași ca și în rețeaua cristalină a rutilului, 6 : 3. Protonii de H^+ sînt dispuși între perechile de ioni de oxigen și datorită dimensiunilor lor foarte mici nu au nevoie de spațiu special în structura cristalină. Astfel, structura diasporului este compusă în mod practic din ionii de Al^{3+} și O^{2-}, în raportul 1 : 2. În structură se observă în lungul axului „c" coloane duble cu cea mai mare așezare a ionilor. Prin aceasta se explică aspectul columnar al cristalelor, clivajul și maclele cu ∢ de 122°.

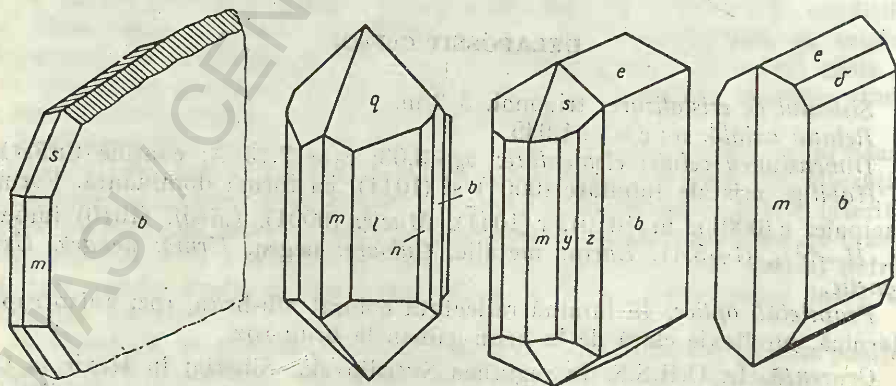


Fig. 57. Cristale de diaspor: l(140); m(110); n(1.10.0); b(010); s(111); e(021); z(160); y(120); δ(061); q(131).

Tabelul 71

Analize chimice

	1	2	3	4
Al_2O_3	84,98	84,44	84,23	78,58
Fe_2O_3	—	0,18	—	1,96
Mn_2O_3	—	—	—	4,32
CaO	—	—	0,10	urme
SiO_2	—	0,42	1,37	0,11
H_2O	15,02	14,99	14,67	14,65
Rez.	—	urme	—	—
Total	100,00	100,03	100,37	99,62

1 — $HAlO_2$, teoretic. 2 — M. Ural (U.R.S.S.); Rez. TiO_2; 3 — Shokōzan (Japonia); 4 — Manganian, Postmasburg (Africa de Sud).

Ocurență. Este foarte răspîndit în cantități însemnate în formațiuni exogene de bauxită sub formă de agregate fin îmbricate, în asociație cu hidrargilit și böhmit. Deseori se întîlnește în șisturi cristaline, împreună cu corindon, cloritoid sau asociat cu distenul. Uneori se găsește în zăcăminte pirometasomatice de contact, asociat cu corindon, muscovit, hematit, rutil.

În România apare în bauxite, dintre care multe sînt de tip diasporic; pentru unele din acestea este caracteristică prezența corindonului în bauxitele produse prin alterarea calcarelor jurasice, într-o fază de emersiune dinaintea valanginianului la Ohaba-Ponor, la Dobrești, Remeți, Zece Hotare, Bratca și în bauxitele formate prin redepunere în baza transgresiunii senoniene la Sohodol. Se mai întîlnește în U.R.S.S., asociat corindonului, cloritoidului, în Ural, în Franța la Bournac, Haute Loire, în Suedia la Broddbo lîngă Falun, în Elveția la Campolongo lîngă St. Gothard și Ticino, în Tirol la Greiner (cu disten), în Grecia la Naxos și în insulele Ciclade, în S.U.A., în statele Massachusetts, Pennsylvania, Carolina de Nord, în Africa de Sud la Postmasburg, ca diaspor manganifer.

GOETHIT $HFeO_2$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,4593 : 1 : 0,3034.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,65; b_0=10,02; c_0=3,04 Å; conține $H_4Fe_4O_8$. Z=4.

Habitus: prismatic [001], tabular (010). Cristalele alungite au aspecte aciculare. De obicei este reniform sau stalactitic, cu structură fină, radiară sau paralel-fibroasă în spărtură. Uneori, sub formă de mase compacte, poroase, spongioase, zguriforme sau pulverulente. Se găsește sub formă de oolite, granule, concrețiuni și geode și ca pseudomorfoze după cristale de pirită și alte sulfuri de fier. Forme principale: b (010), a (100), y (120), m (110), e (021), u (101), s (111), p (121). *Clivaj:* (010) perfect, (100) slab. *Spărtură:* neregulată. *H*=5—5$^1/_2$. *G*=3,8—4,3 p n ru minereul masiv și 4,28 pentru

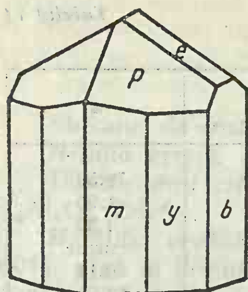


Fig. 58. Cristal de goethit.

cristale. *Luciu:* adamantin pînă la semimetalic. *Culoare:* brun-închis pînă la negru; în cristale masele pămîntoase au o culoare galbenă, brun-roşcată, galben-ocru, brun-gălbuie. *Urmă:* brună, cu nuanţe roşcate.

Proprietăţi optice. Transparent, iar în lumină transmisă colorat galben, oranj; absorbţia $\alpha > \gamma > \beta$. Indicii de refracţie: $\alpha = 2,260-2,275$, $\beta = 2,393-2,409$, $\gamma = 2,398-2,515$, $\Delta = 0,138-0,140$; $2V_\alpha = 0°-27°$. Planul axelor optice (100), pleocroic: α = galben-deschis, β = galben-brun, γ = galben-oranj. În lumină reflectată culoarea şi puterea de reflexie sînt în funcţie de calitatea secţiunii lustruite. Agregatele microgranulare prezintă o putere de reflexie destul de mică. *R* în aer, pentru verde 17,5%, oranj 14%, roşu 13%, iar în imersie pentru verde 6,5%, oranj 4,5%, roşu 4%. Culoarea este asemănătoare blendei, prezentînd un ton puţin mai cenuşiu-albăstrui. Bireflexia este slabă şi vizibilă doar la granulele bine dezvoltate. Anizotropia se observă la o iluminare puternică. Reflexele interne sînt destul de frecvente; culoarea este galben-deschis pînă la roşu-bruniu.

Chimism. Compoziţia chimică (tabelul 72) seamănă cu a lepidocrocitului conţinînd însă mai mult Mn^{3+}, care substituie Fe^{3+}. La acestea se adaugă SiO_2, ca amestec intim realizat în timpul formării goethitului; conţinutul în apă deseori depăşeşte cantitatea impusă prin formula teoretică. În funcţie de conţinutul în apă apar variaţii în proprietăţile fizice ale mineralului.

Tabelul 72

Analize chimice

	1	2	3
Fe_2O_3	89,86	89,65	89,03
SiO_2	—	0,35	0,70
H_2O	10,14	10,19	10,22
Total	100,00	100,20	99,95

1 — $HFeO_2$. 2 — Florissant (Colorado). 3 — Cornwall (Anglia).

Ocurenţă. Este un mineral specific procesului supergen; rar apare ca mineral endogen, în cristale aciculare sau fibroase, în cavităţile melafirelor, în geodele de ametiste şi uneori în zăcăminte hidrotermale, ca mineral de temperatură joasă, în cavităţi, asociat blendei, piritei etc. Goethitul, ca mineral exogen, apare de obicei sub formă de mase metacoloidale sau colomorfe. Se formează în urma hidrolizei sărurilor, produse prin oxidarea şi descompunerea mineralelor de fier, sulfuri, carbonaţi silicaţi etc., care conţin fier bivalent. Formarea hidroxizilor de fier pe suprafaţa mineralelor se observă foarte frecvent. Cantităţi importante de hidroxizi de fier se găsesc în zăcămintele de fier de vîrstă terţiară, depuse în bazine lacustre sau marine.

În general, acumulările de goethit se formează la suprafață în prezența oxigenului și a apei. În procese metamorfice pierde apa, trecînd în hematit și magnetit.

În România se întîlnește în zona de oxidare a unor zăcăminte de fier, în general sedimentogene, prinse în șisturi cristaline, în Carpații Orientali. Se găsește la Răzoare, sub formă de agregate fibroase reniforme, și la Cîrlibaba, Ciocănești, Iacobeni, Șaru Dornei, asociat mineralelor de mangan. În zăcăminte de fier apare în Carpații Meridionali la Rușchița, Runcu Mic, Globu Rău; în pălăria de fier a zăcămîntului cuprifer de la Altîn-Tepe; în filoane hidrotermale la Ditrău; în filoane cu magnetit și hematit în Dobrogea, la Somova și Camena, la Baia de Aramă, Căzănești, Ciungani. Ca produs rezidual, la Anina. Asociat hematitului, la Covasna. La Căpușu Mic și Căpușu Mare alături de hidrogoethit, dezvoltat pe seama lepidocrocitului. În legătură cu fenomene metasomatice este citat la Berzasca, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier; în filoane neogene la Baia Mare.

În alte țări este prezent în asociație cu minerale de fier în R. F. Germania, la Eisenfeld lîngă Siegen, în R. D. Germană la Zwickau, în Anglia lîngă Clifton, la Sostwethiel și Bristol, în R. S. Cehoslovacă la Příbram.

LIMONIT

Varietățile de hidroxizi de fier bogate în apă sînt geluri hidratate, conținînd apă de absorbție în cantități diferite. Concentrațiile naturale de hidroxizi de fier (amestecuri de goethit și hidrogoethit), conținînd și hidroxizi de aluminiu, substanțe argiloase, sulfați (*jausit*) etc., poartă numele de *limonite*. Existența limonitului ca specie mineralogică este infirmată de aproape toți autorii moderni — Dana, Ford (1975), Routhier (1963), Ramdohr (1969). Avînd în vedere însă că denumirea de limonit este încă des utilizată pentru descrierea compoziției mineralogice a zonelor de alterație și că separarea speciilor minerale componente necesită analize speciale (röntgenometrice, termice, optice) se vor reda cîteva proprietăți macroscopice și microscopice caracteristice acestui termen.

Culoare: brun-închis, brun-deschis; limonitul pulverulent (varietatea *ocru*), format prin alterația limonitului negru compact și a silicaților de fier, are o culoare galben-brună, uneori destul de deschisă.

Urmă: brun-deschis sau galben-brună. Pe suprafața maselor reniforme sau stalactitice ale limonitului se constată deseori prezența goethitului, sub formă de cruste subțiri, lucioase, negre ca smoala. *H* variază între 4 și 1, în funcție de starea de prezentare. $G=2{,}7-4{,}3$. *Spărtură:* concoidală, subconcoidală sau neregulată. *Luciu:* sticlos.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este galben, galben-brun, brun-roșcat, roșu-brun; izotrop, anomalii optice cînd se observă birefringența. Indicii de refracție variază între $n=2{,}90-2{,}10$.

Ocurență. Limonitul este răspîndit ca produs exogen în mase metacoloidale sau colomorfe; în zonele zăcămintelor de sulfuri formează așa-numitele pălării de fier, reprezentate prin mase afînate, concreționare și compacte.

Se întîlnește în zăcăminte sedimentare de fier terțiare, formate în bazine marine sau lacustre. Acumularea depunerilor de hidroxizi de fier, ca și a

altor hidroxizi, se produce în zonele litorale ale acestor bazine, probabil prin coagularea soluţiilor coloidale transportate de apele superficiale în mări sub acţiunea electroliţilor, iar în lacurile dulci, probabil în urma activităţii biogene a ferobacteriilor.

În România, unde apare ca o formaţiune supergenă foarte răspîndită, este descris în zăcămintele sedimentogene de minereuri de fier şi mangan şi de minereuri piritoase, legate de şisturi cristaline (Răzoare, Băile Borşa, Cîrlibaba, Fundu Moldovei, Iacobeni, Şaru Dornei, Rodna, Broşteni, Bălan, M. Făgăraş, M. Sebeş, M. Cibin, Baia de Fier, Bucova, Teliuc, Ghelar, Vadu Dobrii, Ruşchiţa, Nădrag, Runcu Mic, Globu Rău, Eşelniţa, Lipova, Mina Altîn-Tepe), legate de magmatismul paleozoic superior sau mezozoic vechi (Ditrău, Jolotca, Turcoaia), de magmatismul mezozoic (Camena, Somova, Gemenea, Baia de Aramă, Anina, Săvîrşin, Almaş-Sălişte, Remetea), rezidual în doline, pe platouri carstice, produs de o fază de alterare de vîrstă mezozoică (Anina, Runcu, Colţeşti, Vaşcău, Moneasa, M. Pădurea Craiului), intercalat în formaţiuni sedimentare mezozoice-paleogene, asociat cu sferosiderite (Cîmpulung Moldovenesc, Covasna, Petroşani, Căpuşu Mic), în zona de oxidaţie a mineralizaţiilor pirometasomatice sau hidrotermale, legate de banatite (Sasca Montană, Oraviţa, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Vaţa de Jos, Băiţa — Bihor, Budureasa), legat de magmatismul neogen, pe seama piritei din filoanele hidrotermale (Cămîrzana, Bixad, Seini, Ilba, Nistru, Băiţa, Săsar, Herja, Baia Sprie, Cavnic, Băiuţ, Botiza, M. Ţibleş, M. Călimani, Mădăraş, Lueta, Biborţeni, Turia, Băile Govora, Deva, Săcărîmb, Baia de Arieş, Roşia Montană).

2. TIPUL AB_2X_4

În cadrul acestui tip termenul pur din punct de vedere chimic este o raritate; există predominanţa unuia din elementele componente, care imprimă tipul şi numele. Formula teoretică este AB_2X_4. În unele cazuri, B sau A pot fi substituiţi între ei, formula devenind $BABX_4$.

Tabelul 73

Principalele serii în tipul AB_2X_4

Cation	Seria spinelului	Seria magnetitului	Seria cromitului
A \ B	Al	Fe	Cr
Mg	Spinel	Magneziofеrrit	Magneziocromit
Fe	Hercinit	Magnetit	Cromit
Zn	Gahnit	Franklinit	
Mn	Galaxit	Jacobsit	
Ni		Trevorit	

Elementele A și B au coordonare octaedrică, respectiv celula elementară conține $A_8B_{16}X_{32}$. Acestui tip i se adaugă totuși γ Al_2O_3 și γ Fe_2O_3 (*maghemit*) cu 32 oxigeni pentru celula elementară, precum și *ulvöspinelul* $TiFe_2O_4$, care are structura spinelului și înlocuirile sînt $2Fe^{3+} \rightleftarrows Fe^{2+} + Ti^{4+}$.

A. Grupa spinelului

SERIA SPINELULUI

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: spinel $a_0=8,103$ Å; hercinit $a_0=8,135$ Å; gahnit $a_0=8,080$ Å; galaxit $a_0=8,280$ Å; conține $A_8B_{16}O_{32}$. $Z=8$.

Habitus: cristale octaedrice, cubice sau dodecaedrice romboidale, de regulă de dimensiuni mici; mai rar, mase granulare compacte, cu granule neregulate. *Macle:* (111) comune, caracteristice agregatelor granulare de temperatură joasă; uneori plan de maclă (111). *Clivaj:* (111) slab. *Spărtură:* concoidală. $H=7^1/_2-8$. *G*, pentru varietățile artificiale, este: spinel=3,55; hercinit=4,39; gahnit=4,62; galaxit=4,03. În general, *G* variază cu compoziția chimică în funcție de proporția dintre A și B, din interiorul seriei (tabelul 74). *Luciu:* sticlos. Temperatura de topire =2 135°C. *Culoare:* variabilă; varietăți incolore foarte rare. Spinelul poate fi roșu, albastru, verde, brun; gahnitul este de regulă verde-albăstrui-închis, uneori galben sau brun; hercinitul și galaxitul sînt negre. *Urmă:* pentru spinel, albă; pentru gahnit, cenușie; pentru hercinit, cenușiu-închis, verde-cenușie; pentru galaxit, brun-roșcată. Termenii bogați în Mg^{2+} sînt *transparenți*.

Proprietăți optice. Izotropi, rare anomalii optice. Indicii de refracție variază la diferiți termeni (tabelul 74).

Tabelul 74

Indicele de rafracție (n) și greutatea specifică (G) la mineralele din seria spinelului

	n	G
spinel	1,719	3,55
hercinit	1,835	4,40
gahnit	1,805	4,62
galaxit	1,920	4,04

Dispersia este moderată.

Chimism și structură. În formula AB_2O_4, A este reprezentat prin Mg^{2+}, Fe^{2+}, Zn și, în proporție mai mică, Mn^{2+}. Se pot identifica în proporții mici, alcaliile, Co și Si, deseori din cauza unor impurități mecanice. Ga^{3+} a fost identificat în gahnit. Pozițiile Al^{3+} în seria spinelului sînt caracteristice și pentru Fe^{3+}, Cr^{3+}, Mn^{3+}, V^{3+} și Ti^{4+}. Raportul A : B este aproximativ 1 : 2 pentru spinelii naturali.

Tabelul 75

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MgO	26,50	25,92	24,76	17,20	13,65	—	0,42	2,92	9,37	10,30	1,50
FeO	0,69	0,62	9,62	13,60	17,45	1,72	4,86	35,67	24,00	24,90	16,36
MnO	—	0,18	—	—	0,26	0,50	0,26	—	0,15	—	34,03
ZnO	—	—	—	—	—	41,66	34,48	—	—	—	urme
Al_2O_3	70,41	66,25	57,80	59,06	42,09	53,73	54,50	61,17	60,84	56,00	45,71
Fe_2O_3	—	5,32	3,04	10,72	3,80	2,53	—	—	4,26	—	—
Cr_2O_3	1,44	—	—	urme	22,76	—	—	—	—	8,60	—
SiO_2	—	0,28	0,94	—	—	0,70	1,50	—	0,77	2,00	0,96
Rez.	1,75	1,70	3,53	—	urme	—	3,12	—	1,00	—	urme
Total	100,79	100,27	99,69	100,58	100,01	100,84	99,14	99,76	100,39	101,2	98,56

1 — Spinel (Sri Lanka); Rez. $Na_2O=1{,}11$, $K_2O=0{,}64$. 2 — Spinel (Monte Somma, Italia); Rez. $CaO=1{,}69$, $CoO=0{,}003$, $NiO=0{,}007$, $CuO=0{,}004$, SnO urme. Sb_2O_3 urme, 3 — Spinel cu alcalii, Mansjö (Suedia); Rez. $Na_2O=1{,}38$; $K_2O=1{,}31$, $CaO=0{,}84$. 4 — Spinel ferifer; Velay (Franța). 5 — Spinel cromifer; Namban (Australia de Vest); Rez. NiO urme. 6 — Gahnit, Greenbusjes (Australia de Vest). 7 — Gahnit cobaltifer, Carroll (Colorado, S.U.A.); Rez. insol. — 1,50, $CuO=0{,}14$, $CoO=1{,}48$. 8 — Hercinit (Boemia, Cehoslovacia). 9 — Hercinit magnezian (Mull, Scoția); Rez. $CoO=0{,}36$, $H_2O=0{,}14$, $TiO_2=0{,}50$. 10 — Hercinit cromifer (Ariège, Franța). 11 — Galaxit (Galax, Carolina de Nord, S.U.A.); TiO_2 și CaO urme.

Studiile röntgenometrice au arătat că mineralele din acest tip sînt oxizi dubli; între diferiţi termeni sînt foarte frecvente amestecurile izomorfe. Ionii bivalenţi cu raze ionice mari Pb, Sr, Ca, Be, precum şi ionii monovalenţi K şi Na nu se întîlnesc în compoziţia acestor minerale decît ca impurităţi mecanice. Structura cristalină a mineralelor din grupa spinelului este destul de complicată. Ionii de oxigen sînt aşezaţi compact în plane paralele cu feţele de octaedru. Cationii bivalenţi (Mg^{2+}, Fe^{2+} etc.) sînt înconjuraţi de patru ioni de oxigen dispuşi tetraedric, în timp ce cationii trivalenţi (Al^{3+}, Fe^{3+}, Cr^{3+} etc.) sînt înconjuraţi octaedric de ionii de oxigen. În acest fel, fiecare ion de oxigen este legat de un cation bivalent şi de trei cationi trivalenţi. Astfel, structura este caracterizată prin dispoziţia tetraedrică şi octaedrică a particulelor constitutive, fiecare vîrf fiind comun pentru un tetraedru şi trei octaedri. Aceste particularităţi explică unele proprietăţi ale acestor minerale, ca: izotropie optică, lipsă de clivaj, stabilitate chimică şi termică a compuşilor, duritate destul de mare etc.

Ocurenţă. Spinelii se întîlnesc frecvent în formaţiuni pirometasomatice. În parageneză cu ei apar diferite minerale de contact, ca granaţii, piroxenii etc. Spinelii apar deseori în roci pegmatitice, îndeosebi în pegmatite granitice (gahnitul) şi ca minerale accesorii în roci magmatice, de regulă bazice. Se cunosc cazuri cînd spinelul a fost pus în evidenţă în roci de adîncime, bogate în aluminiu, puternic metamorfozate, gnaise şi şisturi cristaline aluminoase.

Spinelii au fost întîlniţi la Katveltorp, Nya Kopparberg, în Suedia, asociaţi galenei, blendei, calcopiritei, piritei, diopsidului, minerale separate la temperaturi relativ ridicate; de asemenea în calcare la Tunaberg şi Mansjö (Suedia); ca clorospinel la Zlatoust în Ural (U.R.S.S.); în Italia la Monte Somma şi în Latium, asociat cu sillimanit, andaluzit, cordierit, în andezitele din insulele Lipare; în calcare, în Franţa la Arignac (nord Tarascon); în India la Vizagapatam, Madras, în zone de contact; în Madagascar la Andrahomana, în pegmatite; în S.U.A. la Amity (New York), la Andorer (New Jersey), împreună cu corindon la Culsagee, aproape de Franklin (Carolina de Nord); în Canada, în Ontario.

H e r c i n i t u l a fost determinat în Boemia, asociat cu sillimanit, granaţi, andaluzit; în Elveţia la Prese Velthin; în Brazilia la Bahia; în India în Madras; în Tasmania; în Madagascar (cromhercinit); în depozitele din statele New York şi Virginia (S.U.A.).

G a h n i t u l apare în pegmatite granitice la Falun şi Riddahyttan (Suedia) şi în formaţiuni metamorfice la Franklin şi Sterling Hill (New Jersey). De asemenea în Italia la Tiriolo, Calabria; în Brazilia în Minas Geraes; în vestul Australiei, la Gillingarra; în India la Nellore în districtul Madras; în pegmatite în Madagascar.

G a l a x i t u l, asociat calcitului, spessartinului, rodonitului şi tefroitului, se găseşte în S.U.A. la Bald Knob, aproape de Galax, Allephany County, Carolina de Nord.

În România se prezintă ca mineral de endo- şi exocontact, legat de roci magmatice vechi aparţinînd fundamentului cristalin (Masivul Godeanu, M. Gilău), mezozoic (Masivul Parîng), provinciei banatitice (Ocna de Fier, Băiţa — Bihor, Pietroasa, Budureasa, Gilău), de roci neogene (Turia, Rupea, Deva), precum şi în aluviuni (Broşteni, Ditrău, Pianu de Sus).

SERIA MAGNETITULUI

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: conţine $A_8 \cdot B_{16}O_{32}$. Z=8.

Tabelul 76

Parametrii celulei elementare

Mineralul	Formula chimică	a_0
Magnezioferit	$MgFe_2O_4$	8,366±0,001
Magnetit	$FeFe_2O_4$	8,374±0,003
Franklinit	$ZnFe_2O_4$	8,403±0,004
Jacobsit	$MnFe_2O_4$	8,457±0,002
Trevorit	$NiFe_2O_4$	8,41

Habitus: cristale octaedrice, mai rar dodecaedrice romboidale, cubice, cu striuri pe (011). Magnetitul este deseori masiv, lamelar sau granular. Magnezioferitul, jacobsitul şi trevoritul apar rar sub formă de cristale, de regulă în mase masive granulare. La octaedrii simpli muchiile sînt turtite. Forme caracteristice: magnetit: a (001), d (011), o (111), e (012), m (113), n (112), q (133), p (122), v (135); franklinit: a (001), d (011), o (111), η (015), f (013), m (113), n (112), v (135); jacobsit: d (011), o (111). *Macle:* (111) polisintetice; combinaţia cu macla spinelului conduce la apariţia de striuri pe faţa de octaedru (111). Interesante sînt concreşterile dintre magnetit şi hematit, rutil, ilmenit, clorit, pirofanit, muscovit şi ale magnezioferitului cu hematitul.

Magnetit (111) [$1\bar{1}0$]=(100) [001] rutil.
Magnetit (111) [110]=(001) [$0\bar{1}0$] clorit.
Magnetit (111) [110]=(0001) [$10\bar{1}0$] hematit.
Magnetit (111) [110]=(0001)[$10\bar{1}0$] hematit.
Magnetit (111)=[001] pirofanit.
Magnetit (001) [001]=(001)? [001]? hercinit.

Clivaj: (111) mai bun la magnetit; (001), (011), (138) slab, îndeosebi la franklinit; (3, 50, 60) slab la jacobsit. $H=5^1/_2-6^1/_2$; 5 pentru trevorit. *G* variabilă (tabelul 77).

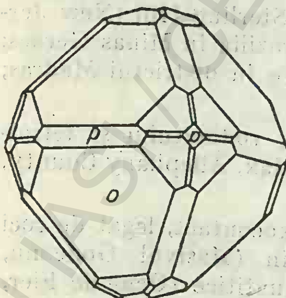


Fig. 59. Cristal de magnetit: o(111); d(011); a(001).

Tabelul 77

Valorile *G* la mineralele din seria magnetitului

	G
Magnezioferit	4,56—4,65
Magnetit	5,175
Franklinit	5,07—5,22
Jacobsit	4,76
Trevorit	5,164

Luciu: metalic sau semimetalic. *Culoare:* negru sau negru-brun. *Urmă:* neagră la magnetit și magnezioferit, brun-roșie la franklinit, brună la jacobsit și trevorit. F=1 580—1 610° la magnezioferit și 1 591° la magnetit. *Magnetism:* magnezioferitul și magnetitul sînt magnetici, trevoritul este cel mai magnetic, iar franklinitul și jacobsitul sînt slab magnetici. Magnetitul este *bun conducător de electricitate.*

Proprietăți optice. În lumină transmisă, culoarea este cafeniu-roșcată; izotrope.

Tabelul 78

Indici de refracție

Mineralul	n	
Magnezioferit	2,38	—
Magnetit	2,42	λ_{Na}=589,6
Franklinit	2,36	n_{Li}—
Jacobsit	2,3	—
Trevorit	2,3	—

Proprietăți optice în lumină reflectată Tabelul 79

	Culoarea	R verde	R oranj	R roșu	Reflexe interne
Magnetit	cenușie mai deschisă decît la blendă	în aer 21 %	21 %	21 %	nu prezintă decît întîmplător
		în imersie 9,5 %	8,5 %	9 %	
Franklinit	alb	în aer 16,5 %	14,5 %	14 %	roșii
Jacobsit	alb-cenușiu, vernil	în aer 19,5 %	17 %	16 %	brune

Magnetitul prezintă uneori fenomene de anizotropie la extremitatea lamelelor și a incluziunilor orientate.

Chimism și structură. Rețeaua cristalină este similară spinelului. Formula generală este AB_2X_4, unde A poate fi reprezentat de Mg, Fe^{2+}, Zn, Mn și în proporții mici de Ni. B este, esențial, ocupat de Fe^{3+} sau substituit în cantități mici prin Al, Cr, Mn^{3+} și V^{3+}. În funcție de elementul predominant și de raportul care se realizează între componenți, se separă diverse varietăți mineralogice. Raportul A : B pentru toate speciile trebuie să fie 1 : 2. Aceste valori se modifică în funcție de prezența unor incluziuni care apar îndeosebi în magnetit și care, la o temperatură de formare ridicată, pot atinge o stare de omogenitate ridicată. De regulă, Ti poate fi conținut în cantități apreciabile pînă la TiO_2=7,5%, cînd se trece și la specia minerală *titanomagnetit.* La temperaturi scăzute se produce dezamestecul între componenți, apărînd lamelele orientate de ilmenit, prinse într-o masă de magnetit.

Varietatea cu Ti este cunoscută sub numele de *ulvit* sau *ulvöspinel* — $TiFe_2O_4$.

Tabelul 80

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
MgO	—	—	—	urme	5,15	20,16	12,58	—	—	—	9,26	0,24	—
FeO	31,03	29,32	26,93	25,66	26,69	—	—	15,65	—	—	2,57	1,96	—
MnO	—	urme	3,80	8,20	—	—	—	9,53	16,37	30,76	13,94	—	—
NiO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,71	31,87
ZnO	—	—	—	—	—	—	—	6,78	15,91	—	—	—	—
Al_2O_3	—	—	—	—	5,64	—	—	0,65	—	—	—	—	—
Fe_2O_3	68,97	68,92	69,32	61,71	54,97	79,84	86,96	67,42	56,57	69,24	73,96	66,24	68,13
Cr_2O_3	—	urme	—	1,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mn_2O_3	—	—	—	—	—	—	—	—	10,52	—	—	—	—
TiO_2	—	urme	—	2,35	7,57	—	—	—	—	—	0,09	—	—
SiO_2	—	—	—	0,59	0,14	—	—	0,08	—	—	—	1,40	—
Rez.	—	1,76	—	0,02	0,10	—	—	—	—	—	—	0,36	—
Total	100,00	100,00	100,05	99,95	100,26	100,00	99,54	100,11	99,37	100,00	99,82	99,91	100,00

1 — $FeFe_2O_4$. 2 — Magnetit-nichelifer; Pregrattan (Tirol — Austria); Rez. NiO=1,76, insol. =0,28. 3 — Magnetit-manganifer; Vester Silfberg (Suedia). 4 — Magnetit-cromifer şi manganifer; Siberia (U.R.S.S.). 5 — Magnetit-titanifer; Norvegia; Rez. CaO==0,10. 6 — $MgFe_2O_4$. 7 — Magnezioferit; Vezuviu (Italia); soluţie solidă hematit. 8 — Franklinit; Sterling Hill (New Jersey). 9 — Franklinit; Franklin (New Jersey). 10 — $MnFe_2O_4$. 11 — Jacobsit, Jacobsberg (Suedia). 12 — Trevorit; Transvaal (Africa de Sud); Rez. H_2O=0,36. 13 — $NiFe_2O_4$.

Ocurență. M a g n e t i t u l este răspîndit în roci magmatice, sporadic în roci acide, dar mai abundent în unele roci bazice, formînd uneori mase importante ca minereu primar. Mase importante se pot forma în urma metamorfismului exercitat asupra depozitelor de hematit, limonit.

F r a n k l i n i t u l se formează în legătură cu fenomenele pneumatolitice sau cu procesele metamorfice, apărînd în formațiuni cristalofiliene.

M a g n e z i o f e r i t u l apare în lavele și fumarolele vulcanilor, ca un produs de reacție între gazele fierbinți ce conțin magneziu și clorură ferică.

J a c o b s i t u l este caracteristic formațiunilor metamorfice; apare în calcare granulare.

În România m a g n e t i t u l este un mineral accesoriu foarte răspîndit, în cantități mici de 1—2%, în formațiuni, ca șisturi cloritoase, amfibolite, gabbrouri și serpentinite, ale fundamentului cristalin din Carpații Orientali, M. Apuseni și Dobrogea. Se mai găsește în andezite, bazalte, gabbrouri, serpentinite și lamprofire de vîrstă mezozoică din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, în andezite, diorite banatitice și corneenele lor din Banat și M. Apuseni, în andezite, bazalte neogene și tufurile lor din Carpații Orientali, M. Apuseni și bazinul Transilvaniei. În cristale mai larg dezvoltate, atingînd cîteva procente, uneori în concentrații exploatabile, magnetitul apare: sedimentogen în șisturi cristaline (Răzoare, Cîrlibaba, Ciocănești, Iacobeni, Șaru Dornei, Păltiniș, Fundu Moldovei, Crucea, Tulgheș, Bălan, Lerești, Rășinari, Sadu, M. Lotru, M. Sebeș, Teliuc, Ghelar, Vadu Dobrii, Rușchița, Nădrag, Bucova, Băuțaru Inferior, Rusca Montană, Mehadia, Topleț, Rudăria, Armeniș, Delinești, M. Drocea, M. Highiș, Brusturi, Masivul Bihor, Altîn-Tepe), lichid magmatic în roci bazice și ultrabazice, de vîrstă paleozoică (Holbav, Baia de Fier, Poiana Mărului, Gura Văii, Eibenthal, Avram Iancu), hidrotermal în granite sau porfire cuarțifere, de vîrstă de la paleozoic pînă la triasic (M. Căpățînii, Măcin, Greci, Turcoaia, Valea Teilor, Iulia), lichid magmatic în roci bazice mezozoice (Breaza, Vîrghiș, Racoșu de Jos, M. Parîng, M. Lotru, M. Mehedinți, Căzănești, Ciungani, Almășel, Almaș-Săliște, Roșia Nouă, Săvîrșin), pirometasomatic la contactul unor roci magmatice din provincia banatitică (Moldova Nouă, Oravița, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Rușchița, Vața de Jos, Vața de Sus, Băița — Bihor, Pietroasa), legat de magmatismul neogen (Băiuț, Rodna, Deva), aluvionar în sedimente vechi sau actuale (M. Gurghiu, Harghita, Pianu de Sus, Ocna de Fier, Techereu, Roșia Montană, Poieni).

Magnetit de diferite geneze se găsește în Norvegia la Arendal și Südvaranger; în Suedia la Gelivare, Loussavaara, Kirunavaara, Taberg, Dannemra și Persberg; în Finlanda la Olaumaki; în U.R.S.S. la Kursinskoie, Magnitnaia, Visokaia, Blagodat și Krivoi Rog; în Italia la Trentino, Traversella, Vezuviu; în Elveția la Binnenthal; în S.U.A. în statul New York, la Essex și Clinton; în Chile la Tozoa și Albarrobo.

Ulvöspinelul se găsește în Suedia la Södra Ulvo, în Africa de Sud în Transvaal la Magnet Heights, alături de fier nativ, și în R. F. Germania la Bhul, lîngă Kassel.

Magnezioferitul este citat la Stromboli, apoi în Franța la Puy de la Tache și Puy-de-Dôme.

Franklinitul se găsește în România în legătură cu fenomenul pneumatolitic, în skarne la Ocna de Fier și în cristalinul dintre Cîrlibaba și Iacobeni.

Se întîlneşte în aceleaşi condiţii genetice în R. F. Germania şi în S.U.A. lîngă Franklin, în mina Hill şi Sterling Hill (New Jersey).

Trevoritul se întîlneşte în Transvaal la Barberton.

Jacobsitul, ca mineral de formaţie metamorfică, este semnalat macroscopic în România la Iacobeni şi la Sălciua de Jos lîngă Cîmpeni. Se întîlneşte în calcare granulare în Suedia la Jakobsberg, la Orbero, Sjö şi Glakärn, în Africa de Sud în complexul de la Bushveld, în Mexic la Cerrodel Mercado în statul Durango.

MAGHEMIT γFe_2O_3

Sistemul de cristalizare: cubic, asemănător magnetitului şi spinelului.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,34 Å; conţine $Fe_{21^1/_2}O_{32}$ în unitatea celulară.

H=5. *G*=4,87. *Culoare:* brun. *Urmă:* brună.

Proprietăţi optice. În lumină reflectată colorat în brun şi galben; este izotrop; indicii de refracţie ridicaţi n_{Li}=2,52–2,74. În lumină reflectată este de culoare albă, cu tente cenuşiu-albăstrui; în imersie culoarea devine cenuşiu-albăstruie. *R*=18%. Reflexele interne se remarcă destul de bine; culoarea lor este brun-roşcată.

Chimism. Este un oxid de fier care conţine probabil în cantităţi mici H_2O, TiO_2, MgO. Analizele indică FeO=8,67%, Fe_2O_3=89,15%, TiO_2=
=1,37% (total=100,38%), Rez.=1,19%; unde SiO_2=1,15%, Al_2O_3=0,04%, iar MgO şi CaO în urme pe o probă din Alameda (California).

Ocurenţă. Se formează prin oxidare la temperaturi joase pe seama magnetitului şi lepidocrocitului; a fost descris în S.U.A. în California la Alameda County şi la Vindpass, Columbia, apoi în Africa de Sud în complexul de la Bushveld.

SERIA CROMITULUI

Sistemul de cristalizare: 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: magneziocromit a_0=8,305; cromit a_0=
=8,36 Å; conţine $(Mg, Fe)_8Cr_{16}O_{32}$. Z=8.

Habitus: rar sub formă de cristale şi atunci în forme octaedrice, comune, mase granulare masive, compacte. Forme principale la cromit: a (001), d (011), o (111), η (015), f (013), e (012), m (113), n (112), ρ (144), q (133), p (122). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată. *H*=$5^1/_2$ (cromit). *G*=4,2 (magneziocromit) şi 4,5–4,8 (cromit). *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* brună.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă cromitul este colorat în brun, brun-negru; izotrop; indici de refracţie: n=2,08. În lumină reflectată, la cromit, culoarea este cenuşiu-albă, cu tente brun-deschis. *R* în aer, pentru verde 15%, oranj 12,5%, roşu 12,5%; în imersie pentru verde 4%, oranj 3%. Este izotrop; varietăţile cu zinc prezintă o slabă anizotropie; reflexele interne sînt de culoare brun-roşcată, vizibile mai ales în imersie.

Chimism. La cromit se observă substituirea parţială a Fe^{2+} cu Mg; termenul al doilea al seriei magneziocromit indică un proces invers de substituire. Zn substituie şi el deseori poziţiile Fe^{2+} respectiv Mg; Cr^{3+} este substituit prin Al^{3+} şi Fe^{3+}, raportul fiind Fe : Cr=0,56 : 1. Cromitul formează amestecuri intime cu magnetitul. Uneori este prezent şi Ti, îndeosebi în soluţiile solide dintre cromit şi rutil.

Tabelul 81

Analize chimice

	1	2	3	4
MgO	—	2,70	14,83	16,65
FeO	32,09	25,08	11,35	8,51
MnO	—	—	0,14	0,23
Al_2O_3	—	0,37	14,03	21,70
Fe_2O_3	—	25,65	3,79	6,93
Cr_2O_3	67,91	43,46	55,51	44,56
SiO_2	—	—	0,24	0,88
Rez.	—	2,74	0,37	0,89
Total	100,00	100,00	100,27	100,35

1 — $FeCr_2O_4$. 2 — Cromit zincifer și feric; Ramberget (Norvegia); ZnO=2,74. 3 — Magneziocromit; Caribou, Coleraine, Township; Rez. TiO_2=0,17, CaO=0,11, H_2O^+=0,07, H_2O^-= =0,02. 4 — Magneziocromit feric; M. Djeti (Togo — Africa); CaO=0,78, H_2O=0,02.

Ocurență. Cromitul este un mineral primar lichid magmatic, formarea sa fiind în strînsă legătură cu geneza rocilor ultrabazice și mai ales cu cele serpentinizate provenite din acestea. Diferențierea gravitativă explică și formarea filoanelor de cromit, intruse în fisurile rocilor.

În România, ca mineral de geneză lichid magmatică, apare asociat în unele roci ultrabazice serpentinizate de vîrstă paleozoică (Masivul Sebeș, Baia de Fier, Ogradena, Plavișevița, Tișovița, Eibenthal, Baia Nouă, Bozovici, Rudăria, Poiana) sau mezozoică (Breaza, Vîrghiș, Racoșu de Jos, Masivul Parîng, Gura Văii), concentrat adesea sub formă de lentile, benzi, cuiburi.

Cu aceeași geneză apare în nenumărate locuri din Norvegia și din Noua Zeelandă. Zăcăminte mai mari se găsesc în Turcia mai ales lîngă Fethiye, la Guleman și Dagazdi; în R. S. F. Iugoslavia, în Macedonia; în U.R.S.S. la Donsk și la Saranovsk; în Rhodesia la Selukwe; în S.U.A. la Hobokon, în Pennsylvania, în Maryland; în Noua Caledonie; în Cuba; în India; în Filipine; în Franța la Gassin; în Canada (Quebec). Magneziocromitul este deseori asociat cromitului în R. F. Germania în landul Baden-Württemberg, în Bulgaria (la Ferdinandovo), în Noua Caledonie, în Canada (la Scottie Creek), în Columbia.

B. Grupa hausmanitului

HAUSMANIT $MnMn_2O_4$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,6364.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,76; c_0=9,44 Å; conține $Mn_4Mn_8O_{16}$.

Habitus: pseudooctaedric (011), frecvent (013) sau (011), cu striuri paralele [100]. Mase granulare masive, dispuse neregulat. Forme principale: c (001), a (100), b (010), m (110), i (019), s (013), δ (012), v (035), u (023), p(011), n (021), e (112), x (169), h (136), r (123), t (358). *Macle:* (112) ca plan

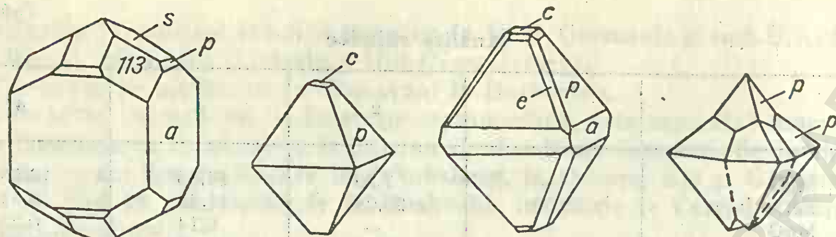


Fig. 60. Cristale de hausmanit: p(011); s(013); a(100); e(112); c(001).

de maclă, deseori se repetă lamelar. *Clivaj:* (001) aproape perfect, (112), (011) slab. *Spărtură:* neregulată. $H=5^1/_2$. $G=4,7-4,8$. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru-brun. *Urmă:* brună.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, colorat în brun-roșietic; nepleocroic; indicii de refracție: $n_{Li}:\omega=2,45$, $\varepsilon=2,15$; uniax negativ. În lumină reflectată, culoarea este cenușiu-albă, cu foarte slabe tente brunii. *R* în aer, pentru verde 20%, oranj 16,6%, roșu 13%, iar în imersie pentru verde 7%, oranj 6%, roșu 6%. Este puternic anizotrop, mai ales la o iluminare puternică; reflexele interne sînt de culoare roșu-sîngerie-închisă și roșu-brună; se observă îndeosebi în imersie.

Chimism. Compoziția chimică este redată în analizele din tabelul 82. Obișnuit, Zn substituie Mn^{2+} în raport Zn : Mn=1 : 11. Hausmanitul formează o serie continuă cu heterolitul, avînd aceeași structură; Fe poate substitui Mn în raportul Fe : Mn=1 : 23.

Analize chimice *Tabelul 82*

	1	2	3	4
MnO	93,01	92,48	92,10	86,52
O	6,99	7,10	6,93	6,52
ZnO	—	—	—	0,55 (ZnO + BaO)
BaO	—	0,14	0,11	
CaO	—	—	—	0,43
MgO	—	—	—	1,00
Fe_2O_3	—	—	—	4,30
H_2O	—	—	0,73	—
Rez.	—	0,17	0,15	0,57
Total	100,00	99,89	100,02	99,89

1 — Mn_3O_4. 2 — Ilmenau (Thuringia, R. D. Germană); Rez. SiO_2; 3 — Ilfeld (M. Harz); insolubil, reziduu. 4 — Långban (Suedia); Rez. $CO_2=0,37$.

Ocurență. Este un mineral hidrotermal de temperatură înaltă și mineral de contact, formîndu-se în timpul recristalizării sedimentelor reziduale manganoase; apare de asemenea în zona de oxidare a minereurilor de mangan.

În România se găsește în zona de oxidare a minereurilor de mangan din șisturile cristaline (Vatra Dornei, Iacobeni, Sălciua de Jos).

În medii reducătoare, asociat braunitului, este întîlnit în Suedia la Långban și Nordmark; în R. D. Germană la Ilmenau în Thuringia și Ilfeld în M. Harz; în Franța la Framont (Alsacia); în U.R.S.S. la Spalsk, în calcare marmoreene, și în Kazahstanul central la Karadjal; în Brazilia aproape de Auro Preto; în S.U.A. în Arkansas.

HETEROLIT $ZnMn_2O_4$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,5952.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,74; c_0=9,15 Å; conține $Zn_4Mn_8O_{16}$.

Habitus: pseudooctaedric, cu partea de jos trunchiată, uneori masiv. *Maçle:* plan de maclă (112), în cristale individuale sau grupe. *Clivaj:* (001) slab. *Spărtură:* neregulată. *H*=4. *G*=5,18. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* brun-roșcată.

Proprietăți optice. În lumină transmisă colorat în brun-roșcat; pleocroism slab în brun-roșu. Indicii de refracție n_{Li}: ω=2,34, ε=2,14; uniax negativ.

Chimism. Este un oxid de zinc și mangan, în care Mn^{2+} substituie Zn, modificînd raportul: ZnO=34,02%, Mn_2O_3=65,98% (teoretic); în proporțiile obținute la proba de la Sterling Hill (New Jersey) ZnO=32,46%, MnO=1,86%, Mn_2O_3=64,21%, Rez.=1,10%.

Ocurență. În cristale sau mase microcristaline se găsește la Sterling Hill (New Jersey), în filonașe hidrotermale, la Franklin; de asemenea în Africa de Sud la Nabib.

HIDROHETEROLIT $Zn_2Mn_4O_8 \cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: probabil tetragonal.

Habitus: mase fibroase, cruste, alungiri după [011]. *Clivaj:* paralel cu alungirea pe direcția fibrelor. *H*=5—6. *G*=5,18. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* brun-roșcat, negru-brun. *Urmă:* brun-roșcată.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în brun-roșcat; indicii de refracție n_{Li}: ω=2,26, ε=2,10; alungirea pozitivă; uniax negativ.

Chimism. Este un oxid de zinc și mangan, cu formula probabilă: $Zn_2Mn_4O_8 \cdot H_2O$. Deseori în analizele chimice (tabelul 83) este prezent Si, precum și Fe^{3+}.

Analize chimice *Tabelul 83*

	1	2	3
ZnO	32,78	33,43	37,66
Fe_2O_3	—	0,77	0,67
Mn_2O_3	63,59	60,44	54,63
H_2O	3,63	3,89	3,78
SiO_2	—	1,71	2,91
Total	100,00	100,24	99,65

1 — $Zn_2Mn_4O_8 \cdot H_2O$. 2 — Sterling Hill (New Jersey); H_2O^+=1,42, H_2O^-=2,47. 3 — Leadville (Colorado).

Ocurență. Se găsește în mina Wolftone la Leadville (Colorado), asociat hemimorfitului, smithsonitului; de asemenea la Sterling Hill (New Jersey).

CRISOBERIL $BeAl_2O_4$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,5823 : 1 : 0,4707.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,48; b_0=4,43; c_0=9,41 Å; conține $Be_4Al_8O_{16}$. Z=4.

Habitus: cristale tabulare (001) și prismatice [100]. Fețele (100) și (010) sînt striate vertical și formează un unghi de 59°46′. Cristalele turtite după (111) au striuri orientate vertical. Forme principale: c (001), b (010), m (110), M (011), s (021), r (031), x (101), o (111), n (121). *Macle:* prin hemitropie după (130), rezultînd un cristal format din fețele (011) și (111), și prin întrepătrundere; ax de alungire [001]. *Clivaj:* (110) slab, (010) imperfect, (001) greu vizibil. *Spărtură:* neregulată sau concoidală. $H=8^1/_2$. $G=3,75$. *Luciu:* sticlos, gras (pe spărtură). *Culoare:* verde de asparagus, verde, alb-verzui, verde-gălbui, brun-verde, galben, verde smaragd (privit prin transparență), denumit *alexandrit. Urmă:* incoloră. *Transparent* sau *translucid. Bun conducător de electricitate,* care crește odată cu temperatura.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, colorat în verde, galben sau roșu. Orientarea: α=c, β=b, γ=a; indicii de refracție; α=1,746, β=1,748, γ=1,756, Δ=0,010; pleocroic: α=roșu, β=galben-oranj, γ=verde-smaragd; biax pozitiv, $2V\gamma$=70°. Indicii de refracție variază în funcție de conținutul în Fe. La temperaturi ridicate se modifică orientarea β=a.

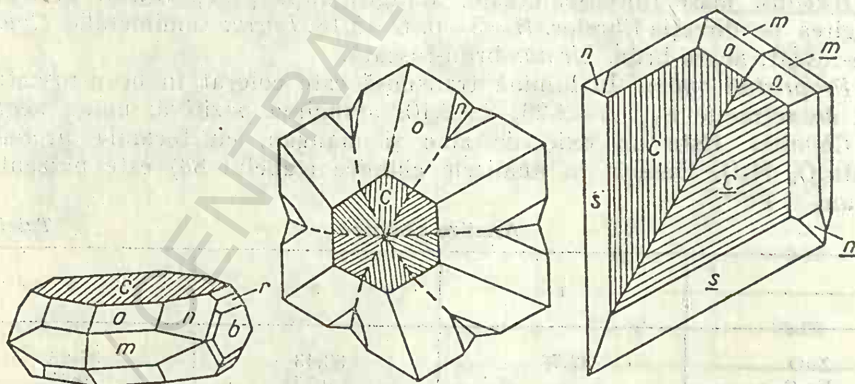


Fig. 61. Cristale de crisoberil: c(001); o(111); n(121); s(021); m(110); r(031); b(010).

Chimism. Oxid de beril și aluminiu: $BeAl_2O_4$. Fe^{3+} este permanent prezent, în jur de 6% (se presupune că substituie Al); de asemenea prezintă mici conținuturi în Cr, în special în varietatea alexandrit. Fe^{2+} se presupune că substituie Be. Include deseori rutil.

Tabelul 84

Analize chimice

	1	2	3	4
BeO	19,71	17,78	19,15	18,80
FeO	—	—	3,60	—
Al_2O_3	80,29	76,76	76,34	74,86
Fe_2O_3	—	6,07	—	3,91
TiO_2	—	—	0,55	0,19
Rez.	—	—	0,30	1,88
Total	100,00	100,61	99,94	99,64

1 — $BeAl_2O_4$. 2 — Rivière du Poste (Quebec — Canada). 3 — Golden (Colorado, S.U.A.). 4 — Bershea, Ghana; Rez. SiO_2=1,12, MgO=0,76.

Ocurență. Crisoberilul este întîlnit în pegmatite granitice și aplite, în șisturi micacee, mai rar în marmore dolomitice. Se găsește ca mineral detritic alături de diamant, corindon, granați, casiterit. Pegmatite cu almandin și beril sînt în Cehoslovacia în Moravia, în U.R.S.S. în M. Ural (alexandrit), la Orenburg (varietăți galben-verzui), în Elveția la Campolongo aproape de St. Gothard, în Italia la Sondalo, în Finlanda în aplite, în Norvegia, în pegmatite, la Saetersdalon, în Suedia la Kolsva, în Zair, în Madagascar la Mioskanjovato, în Sri Lanka la Mazok, în nordul Birmaniei, în Japonia la Iakajama Mino, în Australia la Dowerin, în Brazilia la Collineria în statul Espirito Santo.

3. TIPUL ABX_3

QUENSELIT $PbMnO_2(OH)$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,9828 : 1 : 1,6869. β=93°29′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,61, b_0=5,68, c_0=9,13 Å.

Habitus: tabular (010) sau alungit [001] sau [100]. Striuri pe (011), paralele cu [100]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), e (011), d ($\bar{3}$01), p (111). *Clivaj:* (001) perfect, lamelele de clivaj flexibile. *Duritate:* $2^1/_2$. G=6,84. *Luciu:* metalic sau adamantin. *Culoare:* negru, cu reflexe bej. *Urmă:* neagră, brun-cenușie.

Proprietăți optice. În lumină reflectată este puternic anizotrop, în lumină transmisă colorat în brun; orientarea: α=b, γ≈c. Biax pozitiv.

Ocurență. Se găsește la Långban (Suedia), asociat cu calcit, baritină, hausmanit, hematit, braunit.

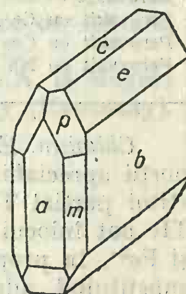


Fig. 62. Cristal de quenselit: c(001); b(010); e(011); m(110); p(111); a(100).

Sistemul de cristalizare: pseudocubic; din punct de vedere optic biax, posibil monoclinic.

Dimensiunea celulei elementare: în funcţie de condiţiile locale de formare şi chimism (tabelul 85). Conţine $(Ca, Na, Ce)_8(Ti, Nb)_8O_{24}$. Z=8.

Tabelul 85

Mineralul (localizarea)	a_0	Formula chimică
Perovskit (M. Ural)	7,645	$CaTiO_3$
Perovskit (Zermatt, Elveţia)	7,590	$CaTiO_3$
Perovskit cu Nb (Magnet Cove, S.U.A.)	7,652	$Ca(Ti, Nb)O_3$
Perovskit cu Nb (Pen. Kola)	7,710	$Ca(Ti, Nb)O_3$

Habitus: cristale cubice sau octaedrice. Feţele de cub cu striuri paralele cu [001], determinate de macle de penetraţie, uneori striuri paralele cu [110]. Varietăţile cu niobiu indică forme de cub-octaedru sau octaedri. Rar mase reniforme, mase granulare. *Macle:* de întrepătrundere (111), uneori macle complexe lamelare. *Clivaj:* (001) imperfect. *Spărtură:* semiconcoidală sau neregulată. $H=5^1/_2$. $G=4,01\pm0,04$, variind în funcţie de proporţia de Ce şi Nb. *Luciu:* adamantin sau semimetalic. *Culoare:* negru, negru-gri, brun-negru, brun-roşcat, umbre gălbui; varietatea cu niobiu este neagră. *Urmă:* în nuanţe de cenuşiu.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă, colorat în brun-închis; de regulă izotrop; indicii de refracţie variază cu chimismul (tabelul 86); birefringenţă clară, biax pozitiv, $2V\gamma=90°$; orientarea: $\beta=b$, $\gamma\wedge c\approx45°$.

Tabelul 86

Mineralul	n	Localizarea
Perovskit	2,34	Iron Hill (Colorado)
Perovskit cu Ce	2,37	Peninsula Kola
Perovskit cu Ce	2,30	Alnö (Suedia)
Perovskit cu Nb	$2,33\pm0,02$	Magnet Cove (Arkansas)

Chimism. Este un oxid de calciu şi titan. Nb poate substitui Ti în proporţii apreciabile, raportul fiind Nb : Ti=2 : 5. Ta poate de asemenea substitui parţial Ti, ocupînd aceleaşi poziţii. Ce sau alte elemente din grupa TR pot înlocui Ca, raportul fiind Ce : Ca=4 : 7; de asemenea este prezent şi Fe^{2+}, în proporţia Fe : Ca=1 : 5; în cantităţi caracteristice, apar alcaliile substituind adesea Ca. (Na, K) : Ca=1 : 1. Se mai remarcă conţinuturi în Sr, V.

Varietăţi ale perovskitului comun $CaTiO_3$ sînt *loparitul* (perovskit niobifer), mineral rar, determinat în Tundra Hibin, Peninsula Kola, cu niobiu depăşind proporţia normală, şi *holmquistul*, perovskit cu ceriu.

Tabelul 87

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7
Na_2O	—	—	—	—	8,60	4,37	urme
K_2O	—	—	—	—	0,43	—	—
CaO	41,24	40,69	40,29	37,52	5,08	25,60	21,69
MgO	—	urme	—	0,14	—	—	urme
FeO	—	—	0,86	0,70	—	9,22	1,81
$(Y, Er)_2O_3$	—	—	—	2,23	1,54	—	—
$(Ce, La)_2O_3$	—	—	—		33,17	2,80	8,80
SiO_2	—	—	—	0,96	0,47	2,21	urme
TiO_2	58,76	58,67	58,63	56,35	50,24	50,93	39,90
Nb_2O_5	—	—	—	—	n.d.	4,86	22,32
H_2O	—	—	—	0,73	—	—	—
Rez.	—	—	—	1,04	0,04	0,23	4,93
Total	100,00	99,36	99,78	99,67	99,57	100,22	99,45

1 — $CaTiO_3$ — teoretic. 2 — Emerese (Valle d'Aosta, Italia). 3 — St. Ambrogio (Piemonte, Italia). 4 — Ce-perovskit; Afrikanda station, Pen. Kola; $Al_2O_3=0,24$, $Fe_2O_3=0,78$, $MnO=0,02$, $H_2O^+=0,57$, $H_2O^-=0,16$. 5 — Nb-perovskit (Loparit); Tundra Hibin, Peninsula Kola; $(Ce, La)_2O_3=18,99$, $(Dy, La)_2O_3=14,18$, Nb^{28} conţinut. 6 — Nb-perovskit (dysanalyt); Vogtsburg, Kaiserstuhl; Rez. $MnO=0,23$. 7 — Nb-perovskit; Uva (Sri Lanka); Rez. $MnO=0,17$, $Fe_2O_3=4,76$, $(Ce, La)_2O_3$ conţine Ce 60%, La 25%, Dy 10%.

Ocurenţă. Mineral accesoriu în roci magmatice, bazice, asociat cu melilit, nefelin sau leucit; în unele pegmatite bazice asociate formaţiunilor calcaroase metamorfozate, în roci metasomatice de contact. Se întîlneşte în roci alcaline cu nefelin sau leucit la Eifel în R. D. Germană, în şisturi talcoase la Zlatoust în M. Ural, în sienite cu nefelin la Bearpaw Mountains (Montana), la Iron Hill (Colorado); de asemenea în pegmatite bazice la Mooaw Creek, aproape de Leanchoil — Columbia.

Dysanalytul (varietate cu Nb) apare la contactul cu formaţiuni calcaroase, la Schelingen şi Kaiserstuhl în R. F. Germania, la Val Malenco, Emerese, St. Ambrogio Susa, Monte Somma în Italia şi la Minas Geraes în Brazilia.

Knopitul (perovskit cu ceriu), întîlnit în roci metamorfice de contact, apare în insula Alnö în Suedia şi în Peninsula Kola în U.R.S.S.

Loparitul (varietate cu Nb) se găseşte în U.R.S.S., în S.U.A. la Magnet Cove (Arkansas), la Siracuse (New York) şi la Elliot County (Kentucky).

4. TIPUL A_2BX_5

PSEUDOBROOKIT Fe_2TiO_5

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,9777 : 1 : 0,3727.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,81$; $b_0=9,95$; $c_0=3,74$ Å; conţine $Fe_8Ti_4O_{20}$. Z=4.

Habitus: frecvent tabular (100) şi alungit [001]; de asemenea prismatic, paralel cu [001]. Pe faţa (100) apar striuri după direcţia [001]. Forme principale: b (010), a (100), m (110); μ (210), y (031), e (101), l (301), q (111), s (121), p (131). *Macle:* plan de maclă (h k o). *Orientarea concreşterilor:* pseudobrookitul sincristalizează cu rutilul, în poziţii stabile caracteristice, similare cu cele observate în concreşterile cu hematitul sau cu magnetitul: pseudobrookit (121) [2$\bar{1}$0] || hematit (0001) [1$\bar{1}$00]; pseudobrookit (100) [001] || magnetit (111) [110]. *Clivaj:* (010) distinct. *Spărtură:* neregulată sau semiconcoidală. $H=6$. $G=4,39$. *Luciu:* metalic sau adamantin, gras (pe spărtură proaspătă). *Culoare:* roşu-închis, negru-brun sau negru. *Urmă:* brun-roşcată sau galben-ocru.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă este colorat în galben sau brun-roşcat; culoarea variază şi în funcţie de incluziuni. Orientarea: $\alpha=b$; $\beta=c$; $\gamma=a$; indicii de refracţie în n_{Li}, $\alpha=2,38$, $\beta=2,39$, $\gamma=2,42$, $\Delta=0,04$; biax pozitiv, $2V_\gamma=30°$.

Chimism. Este un oxid de titan şi fier feric; analizele arată de obicei un exces de TiO_2 faţă de formulă, datorită concreşterilor homogene cu rutil. MgO şi SiO_2 apar de asemenea în compoziţia chimică în cantităţi reduse.

Ocurenţă. Apare prin procese pneumatolitice sau ca produs fumarolian; în mod obişnuit este asociat hiperstenului, tridimitului, hematitului, magnetitului, micelor, sanidinei, apatitului şi rutilului.

În România a fost descris în andezite piroxenice neogene, ca produs pneumatolitic la Bicsad, aproape de Sf. Gheorghe, la Uroiu şi Deva.

În lavele Vezuviului este asociat hematitului şi magnetitului. În Franţa se găseşte în cavităţile unor roci andezitice şi trahitice, la Riveau Grande, Monte Dore şi Puy-de-Dôme, asociat tridimitului, hiperstenului, sanidinei. Mai este citat în Spania la Jumilla, în Norvegia la Havredal, în Siria la Bamle şi în Insulele Azore.

5. TIPUL AB_3X_7

CORONADIT $MnPbMn_6O_{14}$

Sistemul de cristalizare: tetragonal sau pseudotetragonal.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,89$; $c_0=2,86$ Å; $MnPbMn_6O_{14}$.

Habitus: masiv, cristale în forme de butoiaşe, cruste cu structuri fibroase. $H=4^1/_2-5$. $G=5,44$. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* cenuşiu-închis, negru. *Urmă:* brună, cenuşie.

Proprietăţi optice. În lumină reflectată, alb de galenă; puternic anizotrop.

Ocurenţă. Apare în zona de oxidare, în filonaşe, la Coronado, Clifton-Morenci, Arizona, S.U.A şi în depozitele de mangan de la Bou Tazoult, Imini, Maroc.

HOLLANDIT $MnBaMn_6O_{14}$

Sistemul de cristalizare: tetragonal sau pseudotetragonal; izostructural cu coronaditul.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,96$; $c_0=2,46$ Å; conţine $MnBaMn_6O_{14}$?

Habitus: prismatic, uneori piramidal, mase fibroase, masive. *Clivaj:* prismatic distinct; cristale radiare paralele cu [001], striuri. $H=6$ (pe suprafețele de clivaj). $G=4,95$. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-argintiu, negru-cenușiu, negru. *Urmă:* neagră.

Proprietăți optice. În lumină reflectată culoarea este albă; uneori puternic anizotrop, bireflexie clară. *R*, pentru verde 28,5%, oranj 22,5%, roșu 22,5%.

Chimism. Oxid de Ba și Mn, cu formula chimică probabilă: $MnBaMn_6O_{14}$. Poate include Fe^{3+} în pozițiile Mn^{3+}.

Ocurență. A fost întîlnit prima dată la Kàjlidongri în India, sub formă de cristale în filonașe, asociat cu minerale de mangan. Mai apare la Ambatomiady, în Madagascar; la Ultevio, în Suedia.

CESAROLIT $PbMn_3O_7 \cdot H_2O$

Mase fibroase, cruste cristaline.

$H=4^1/_2$. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor.

Ocurență. Apare în cavități, asociat galenei, la Sidi-amor-ben-Salem (Tunisia).

V. OXIZII MULTIPLI CU CONȚINUT ÎN Nb, Ta și Ti

1. TIPUL ABX_4

Mineralele din această clasă au fost inițial considerate ca niobați, tantalați și titanați. Studiile cristalochimice au arătat însă că este vorba de oxizi complecși, caracterizați prin prezența mai multor elemente metalice, fiind astfel considerați oxizi multipli (Frondel et al.). Din punct de vedere cristalografic s-a demonstrat asemănarea cu cristalele aparținînd compușilor de tipul oxizilor simpli. Din punct de vedere chimic conțin ca elemente componente majore Nb, Ta și Ti. Formula teoretică generală este: $A_mB_nO_{2(m+n)}$, unde: m : n variază între 1 : 1 și 1 : 2. A=TR în general, apoi U, Ca, Th, Fe^{2+}, Na, Mn, Zr etc., iar B=Nb, Ta, Ti, Sn, W? Zr? Fe^{3+}.

A. Seria piroclor-microlit $A_2B_2O_6$ (O, OH, F)

PIROCLOR $NaCaNb_2O_6F$

MICROLIT $(Na, Ca)_2Ta_2O_6(O, OH, F)$

În cadrul seriei se pot individualiza mai multe specii minerale. Toți termenii suferă transformări care conduc la stări metamictice. Prin difracția razelor X se pot separa termenii extremi, piroclorul și microlitul, precum și o serie de varietăți.

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m, $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare:

	a°
Piroclor	10,37 Å
Microlit (Topsham)	10,39 Å±0,01
Koppit (Kaiserstuhl)	10,37Å ±0,01.

Conține $Na_8Ca_8(Nb, Ta)_{16}O_{48}(OH, F)_8$. Z=8.

Habitus: cristale octaedrice, la care ca fețe asociate octaedrului apar d (011), m (113) sau a (001); dimensiunea cristalelor variază de la cîțiva mm la cca. 6 cm; granule neregulate, mase compacte. *Macle:* (111) se observă destul de clar. *Clivaj:* (111) bun. *Spărtură:* concoidală, neregulată sau colțuroasă. $H=5^1/_2$ (variază în funcție de chimism). $G=4,2-6,4$, variind odată cu creșterea conținutului în Ta (tabelul 88); varietățile alterate arată o descreștere a valorii greutății specifice.

Tabelul 88

Variația greutății specifice la mineralele din seria piroclor-microlit

Mineralul	Localizarea	G
Piroclor	Alnö (Suedia)	4,45
Piroclor uranifer (hatchettolit)	Carolina de Nord	4,77–4,90
Microlit	Topsham (S.U.A.)	6,42±0,04
Piroclor titanifer	M. Ural	4,35

Luciu: sticlos sau rășinos, pe suprafața de spărtură. *Culoare:* piroclorul — brun sau negru, brun cu tonuri galbene, roșu; microlitul — galben-deschis, brun, roșu de hyacint, oliv, uneori verde. *Urmă:* piroclor — brună, brun-galbenă; microlit — galben-deschis sau brună.

Proprietăți optice. De obicei izotrope; prezintă însă o birefringență slabă, îndeosebi din cauza neomogenității chimico-structurale. În lumină transmisă, culorile variază, fiind caracteristice: galben-pal, brun, incolor; deseori sînt semnalate structuri zonare în tonuri de brun și galben; indicii de refracție descresc pe măsură ce avansează procesul de alterare: n=2,0–2,2, la unele varietăți gama de variație fiind între 1,93 și 2,02 (tabelul 89).

Tabelul 89

Variația indicelui de refracție în seria piroclor-microlit

Mineralul	n
Piroclor	2,152
Microlit	1,930
Koppit	2,120–2,180
Pyrrhit	2,160
Hatchettolit	1,980
Neotantalit	1,950–1,990
Calcolamprit	1,870
Ellsworthit	1,890

Chimism. Mineralele din această serie sînt oxizi complecși de Ca, Na, Nb, Ta, OH și F. Formula generală: $A_2B_2O_6(O, OH, F)$, unde: A=Na, Ca, K, Mg, Fe^{2+}, Sb^{3+}, Pb? Ce, La, Dy, Er, Y, Th, Zr, U, iar B=Nb, Ta, Ti, Sn? Fe^{3+} W? (succesiunea este redată în ordinea descrescîndă a importanței participării). Formula de bază a piroclorului este $NaCaNb_2O_6F$, iar a microlitului $(Na, Ca)_2Ta_2O_6(O, OH, F)$. Limita superioară a concentrațiilor oxizilor în diferiții termeni ai seriei piroclor-microlit este redată în tabelul 90.

Tabelul 90

Concentrația maximă (%) a diferitelor elemente (oxizi) în seria piroclor-microlit

Elementul	Concentrația (%)	Elementul	Concentrația (%)
Na_2O	6,3	ThO_2	7,6
K_2O	4,2	UO_2	11,4
CaO	18,1	UO_3	15,5
MgO	1,6	ZrO_2	5,7
FeO	10,0	TiO_2	13,5
MnO	7,7	SnO_2	4,0
$(Ce, La, Dy)_2O_3$	13,3	Fe_2O_3	9,7
Y, Er	5,1	WO_3	0,3

Nb și Ta sînt constituenți permanenți. Elementele din grupa TR apar îndeosebi în termenii seriei cu Nb. Dintre celelalte elemente, Si se găsește în proporții nesemnificative, Pb ca rezultat al radioactivității U, iar H este semnalat doar în piroclor.

Varietăți: *uranpiroclor* (uranifer, conține U=8—11%); *piroclor titanifer* (YiO_2 pînă la 13,5%; Nb-Ta se pot substitui în limite largi); *columbomicrolit* (termenul final cu Nb); *hatchettolit* (conține U și Ti); *calcoamplit* (conține Si); *koppit* (conține Ce și Fe^{3+}); *marignacit* (conține Y, Ce, Li); *neotantalit* (conține Fe, Mn); *ellsworthit* (conține U^{4+}, U^{6+}, Fe^{3+}, Ti, H); *pyrrhit* (conține Ti).

Ocurență. Se întîlnesc în pegmatitele rocilor alcaline, asociindu-se zirconului, apatitului, egirinului și mineralelor cu Zr, Ti, Nb, Ta. Uneori apar ca minerale accesorii în sienite nefelinice și în zonele de contact ale rocilor intrusive și extruzive alcaline cu mase calcaroase. Se semnalează și în greisene.

În România piroclorul a fost descris la Ditrău în sienite nefelinice. În alte țări apare în Norvegia la Laurvik în pegmatitele sienitelor nefelinice, la Brevik asociat magnetitului, zirconului și thoritului, la Stokö Little Arö în pegmatitele alcaline; în Suedia la Alnö, într-o regiune cu calcare și roci sienitice, asociat cu perovskit, zircon, knopit, apatit, olivină și magnetit; în R. F. Germania la Kaiserstuhl; în insula Elba (pyrrhit) la San Piero cu turmalină și lepidolit; în U.R.S.S., în sienite nefelinice, la Miask, Ilmen, Mariupol, Ucraina, în tundra Hibin, Peninsula Kola; în Franța la Menet, departamentul Cantal, în sienite cu sodalit; în Groenlanda la Ivigtut; în S.U.A. la San Diego County, California (marignacit), asociat cu lepidomelan, rutil, fluorină, apoi la Mitchell County, Carolina de Nord, și în Connecticut în pegmatite granitice.

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na_2O	8,52	4,99	3,99	2,89	—	2,52	—	} 3,68	3,26	3,37
K_2O	—	0,60	0,38	1,64	—	0,57	—		0,64	0,41
CaO	15,41	18,13	9,08	15,88	13,62	4,10	13,25	13,84	10,48	15,03
MnO	—	—	0,44	0,01	0,22	urme	0,51	—	—	—
FeO	—	1,14	—	—	—	0,02	urme	8,25	2,77	—
MgO	—	—	—	0,27	—	0,16	0,36	1,14	0,34	0,07
Y_2O_3	—	—	—	—	—	5,07	} 0,62	—		0,35
Er_2O_3	—	—	—	—	—	urme		—		0,26
Ce_2O_3	—	4,36		8,15	—	13,33		2,06	} 0,50	—
Dy_2O_3	—	—	} 3,41	—	—	urme	} 0,12	—		—
La_2O_3	—	—		1,68	—	urme		—		—
UO_2	—	—	—	—	8,42	—	11,40	—	4,21	—
UO_3	—	—	—	—	10,68	—	4,41	—	—	0,77
ZrO_2	—	4,90	5,71	0,61	—	—	4,12	0,12	—	—
SnO_2	—	—	—	—	0,25	urme	1,44	—	—	1,61
ThO_2	—	—	—	—	—	0,20	0,52	—	—	—
SiO_2	—	—	10,86	—	2,68	3,10	1,57	1,51	—	—
Fe_2O_3	—	—	1,87	9,73	3,80	0,50	3,46	—	—	—
TiO_2	—	—	0,52	0,75	9,79	2,88	11,37	1,61	1,58	—
Nb_2O_5	73,05	63,64	59,65	56,43	34,27	55,22	31,33	} 62,77	—	3,56
Ta_2O_5	—	—	—	0,15	4,27	5,86	10,29		73,72	74,27
F	5,22	4,31	5,06	1,53	0,49	—	—	—	—	—
H_2O	—	0,47	1,79	1,09	11,42	6,40	4,29	5,02	2,72	0,27
Rez.	—	—	—	—	0,41	—	0,54	—	—	0,17
Total	102,20	102,54	102,76	100,81	100,32	99,93	99,60	100,00	100,22	100,14

1 — $NaCaNb_2O_6F$ teoretic, 2 — Piroclor; Alnö (Suedia). 3 — Chalcolamprit — Narsarsuk; SiO_2 amestec. 4 — Koppit; Kaiserstuhl; PbO=0,41. 5 — Ellsworthite; Hybla (Ontario). 6 — Marignacit; Rez. WO_3 urme, Al_2O_3 urme, H_2O inclusă, $H_2O^+ = 5,95$, $H_2O^- = 0,45$. 7 — Hatchettolit; Hybla (Ontario); Rez. PbO=0,54. 8 — Microlit; Löve (Norvegia); Incluz. Fe_2O_3 şi FeO. 9 — Microilt; Laudas; conţine Nb, Fe_2O_3, $H_2O^- = 2,33$, $H_2O^+ = 0,39$. 10 — Microlit; Topsham (S.U.A.); Rez. $WO_3 = 0,17$.

B. Seria fergusonit ABO_4

FERGUSONIT $(Y, Er, Ce, Fe)(Nb, Ta, Ti)O_4$

FORMANIT $(U, Zr, Th, Ca)(Ta, Nb, Ti)O_4$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m.
Relația axială: a : c=1 : 1,464.
Dimensiunea celulei elementare: conține $(Y, Er)_8(Nb, Ta, Ti)_8O_{32}$. Z=8. Fergusonit: a_0=5,16; c_0=10,89 Å.
Habitus: cristale prismatice [001], piramidale cu fața (001) și (231), uneori prisme foarte alungite, mase granulare neregulate. Forme principale: c (001), g (230), s (111), x (131), z (231). *Clivaj:* (111), urme de clivaj. *Spărtură:* semiconcoidală. *H*=5—6½. *G*=4,7—6,2 (descrește odată cu procesul de hidratare și crește cu conținutul în Ta). *Luciu:* sticlos, semimetalic. *Culoare:* cenușiu, galben, brun sau brun-negru, iar pe suprafața spărturii, negru-brun. *Urmă:* brună, brun-gălbuie, cenușie-verde.
Proprietăți optice. În lumină transmisă, colorate în brun-deschis și brun-închis; materialele metamictice sînt în general izotrope. În granule bine individualizate, anizotropie clară. Indicii de refracție: ω=2,28 și ε=2,18. Uniax negative; birefringență ridicată; pleocroism clar.
Chimism. Oxizi (sau niobio-tantalați) de Y, Er, Nb, Ta, cu formula de tip ABO_4, unde: A=Y, Er, Ce, La, Dy, U^{4+}, Zr, Th, Ca, Fe^{2+} și B= Nb, Ta, Ti, Sn, W. Există o serie continuă între termenul cu niobiu — fergusonitul și cel cu tantal — formanitul. H_2O apare în produsele alterate.
Varietăți: *risorit*, care conține Ti în spațiile Nb și Ta, pe care le substituie; *erbit*, ce conține Er, care substituie Y, raportul fiind Y : Er=2,8 : 1; *siphyt*, care conține mai puțin Y în raport cu Er, față de compoziția fergusonitului.

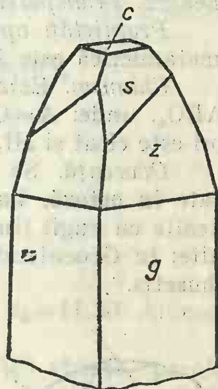


Fig. 63. Cristal de fergusonit: s(111); g(230); z(231); c(001).

Ocurență. Fergusonitul se întîlnește în pegmatite granitice, alături de alte minerale cu TR, Nb, Ta sau asociat cu beriliu, zircon, biotit, magnetit, monazit, gadolinit, ortit, euxenit. A fost determinat la Giesecke și la Julianehaale în Groenlanda; la Iveland, în insula Dillingó, în Vansjö Arendal, peninsula Anneröd în Norvegia. *Risoritul* apare în Norvegia în pegmatite la Risör; în Suedia la Ytterby și la Falun; în Finlanda la Laurinmaki; în Sri Lanka la Rakwana; în Swaziland și în Rhodesia; în Madagascar în pegmatite la Lake Itasy; în S.U.A., în Carolina de Nord la Burke County, în Carolina de Sud la Storeville Anderson County, în Massachusetts la Rockport Cape Ann.
Formanitul a fost identificat la Cooglegong, în vestul Australiei, în aluviuni cu casiterit, monazit, euxenit și gadolinit.

YTROTANTALIT $(Fe, Y, U, Ca\ etc.)(Nb, Ta, Zr, Sn)O_4$

Sistemul de cristalizare: rombic.
Relația axială: a : b : c=0,540 : 1 : 1,130.

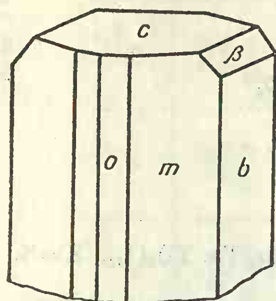


Fig. 64. Cristal de ytrotantalit: o(210); c(001); m(110); b(010); β(011).

Habitus: cristale prismatice (001) sau (110), cu fața predominantă (010), cristale tabulare (010). Forme: c (001), b (010), q (150), p (120), m (110), o (210), β (011), s (201). *Clivaj:* (010) imperfect. *Spărtură:* concoidală. $H=5-5^1/_2$. $G=5,4-5,9$. *Luciu:* semimetalic, sticlos sau gras. *Culoare:* negru, brun. *Urmă:* cenușie.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în brun, roșu; indici de refracție: n=2,15; varietățile metamictice sînt izotrope.

Chimism. Elementele esențiale sînt: Y, U, Nb, Ta; formula generală este $A_6B_7O_{27}$, apropiată de forma ABO_4, unde: A=Fe^{2+}, Y, U, Ca, Mn, Ce, Th, iar B=Nb, Ta, Ti, Zr, Sn. Proporția Fe : Y : U=9 : 8 : 1, iar proporția Nb : Ta=1 : 1.

Ocurență. Este întîlnit în Norvegia la Hattevik, Dillingö și Räde, iar în Suedia la Ytterby, Finbo și Falun.

POLIMIGNIT (Ca, Fe^{2+}, Y etc., Zr, Th)(Nb, Ti, Ta)O_4

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,7121 : 1 : 0,5121.

Habitus: prismatic [001], striuri [001] dezvoltate pe fața (100). Forme principale: c (001), b (010), a (100), t (140), s (120), m (110), l (210), p (111), q (232), r (131). *Clivaj:* (100) și (010) slab. *Spărtură:* concoidală. $H=6^1/_2$. $G=4,77-4,85$. *Luciu:* metalic sau semimetalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* brun-neagră. *Transparent,* în secțiuni subțiri.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, colorat în brun-roșcat. Starea metamictică este izotropă; indicii de refracție: n=2,22.

Chimism. Este un oxid de niobiu, titan, zircon, cu formula probabilă: ABO_4, unde: A=Ca, Fe^{2+} (Y, Er, Ce), Zr, Th, iar B=Nb, Ti, Ta, Fe^{3+}. Uneori este citat și Hf, pînă la 0,9%, iar apa pentru formele alterate.

Ocurență. Se găsește în Norvegia la Fredricksvärn, în pegmatite bogate în ortoză, barkevicit, magnetit, nefelin, zircon, piroclor, iar uneori în sienite cu augit (insula Svenör). În Siberia apare asociat cu magnetit, în sienite; în Groenlanda, în pegmatite cu euxenit; în S.U.A. la Beverly, Massachusetts.

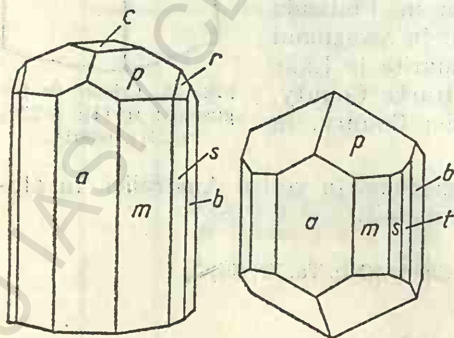


Fig. 65. Cristale de polimignit: c(001); a(100); b(010); m(110); s(120); t(140); r(131); p(111).

Analize chimice

Tabelul 92

	1	2	3
CaO	4,2	6,98	5,31
MgO	urme	0,16	0,42
FeO	—	2,08	0,77
MnO	2,7	1,32	0,73
$(Y, Er)_2O_3$	11,5	2,26	21,56
Ce_2O_3	5,0	5,91	5,17
$(La, Dy)_2O_3$		5,13	—
ZrO_2	14,4	29,71	14,50
ThO_2	—	3,92	—
SnO_2	urme	0,15	urme
Fe_2O_3	12,2	7,66	—
TiO_2	46,3	18,90	1,26
Nb_2O_5		11,99	6,36
Ta_2O_5		1,35	42,17
Rez.	—	2,67	1,47
Total	96,3	100,19	99,73

1 — Polimignit; Fredricksvärn; SiO_2, K_2O — urme. 2 — Polimignit. Fredricksvärn; Rez. SiO_2=0,45, Al_2O_3=0,19, PbO=0,39, Na_2O=0,59, K_2O=0,77, H_2O=0,28. 3—Polimignit. Siberia; Rez. Na_2O=1,47, SiO_2=Al_2O_3=H_2O — urme.

C. Seria stibiotantalit-stibiocolumbit ABO_4

STIBIOTANTALIT $SbTaO_4$

STIBIOCOLUMBIT $SbNbO_4$

Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2.

Relația axială: a : b : c=0,4169 : 1 : 0,4696.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,93; b_0=5,552; c_0=11,80 Å; conține $Sb_4(Ta, Nb)_4O_{16}$. Z=4.

Habitus: cristale prismatice [001] cu fețe (010) și (110) striate, paralel cu [001]. Forme principale: b' (010), n' (130), m' (110), 'm (1$\bar{1}$0), η (012) 'η (0$\bar{1}$2), δ (101), ω' (111), c (001), e' (011). *Macle:* [001] ax de maclă, (010) plan de maclă, macle de întrepătrundere. *Clivaj:* (010) slab, (100) imperfect. *Spărtură:* semiconcoidală. *H*=5$^1/_2$. *G*=7,34 (Ta : Nb=19 : 1); 5,98 (Ta : :Nb=1 : 4,8); descrește odată cu creșterea conținutului în Nb. *Luciu:* adamantin. *Culoare:* brun-închis, brun-gălbui, uneori galben-roșcat, brun-roșcat, galben-verde. *Urmă:* galben-pal, brun-gălbuie.

Proprietăți optice. În lumină transmisă sînt colorate în brun-gălbui pînă la brun. Cristalele indică structuri zonare regulate, colorate în brun și galben. Orientarea: α=a, β=b, γ=c. Valorile indicilor de refracție variază în funcție de chimism; valorile din tabelul 93 sînt date pentru o probă cu Ta_2O_5=

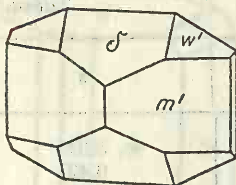


Fig. 66. Cristal de stibiotantalit: δ(101); w'(111); m(110).

Tabelul 93

Proprietăţi optice

		n_{Li}
α		2,3470
β		2,3750
γ		2,4275
$2V_\gamma$		73°40'

=39%, Nb_2O_5=17,5%. Indicii de refracţie cresc pe măsură ce creşte proporţia de Nb.

Chimism. Compoziţia chimică este prezentată în tabelul 94.

Tabelul 94

Analize chimice

	1	2	3	4
Sb_2O_3	39,76	44,26	49,28	52,31
Bi_2O_3	—	0,33	0,53	—
Ta_2O_5	60,24	33,86	13,00	—
Nb_2O_5	—	21,47	37,30	47,69
Total	100,00	99,92	100,11	100,00

1 — $SbTaO_4$, teoretic; 2, 3 — Mesa Grand; 4 — $SbNbO_4$, teoretic.

Ocurenţă. Stibiotantalitul apare în asociaţie cu alte minerale de Ta, la Greenbushes, Australia, şi la San Diego County, California, asociat berilului, lepidolitului, turmalinei roz şi rar, casiteritului. De asemenea se întâlneşte în S.U.A. la Topsham, Maine, în pegmatite cu cristale de microlit, şi în Suedia, în pegmatitele de la Varuträsk.

BISMUTOTANTALIT $Bi(Ta, Nb)O_4$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relaţia axială: a : b : c=0,4266 : 1 : 0,4848.

Habitus: prismatic [001], deseori fragmente neregulate. Forme principale: b (010), g (130), m (110), k (011), δ (101), ω (111), x (431). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* semiconcoidală. *H*=5. *G*=8,26. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru, uneori galben-roz la suprafaţă.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă apare colorat în tonuri de cenuşiu; indicii de refracţie ridicaţi; birefringenţă clară de la 0,1 la 0,15.

Ocurenţă. Se găseşte în pegmatite, cu turmalină neagră, casiterit şi muscovit, la Gamba Hill (Uganda).

SIMPSONIT $Al_2Ta_2O_8$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7,38$; $c_0=4,51$ Å.
Habitus: tabular sau prismatic [0001]. $G=7,10$. $H=6^1/_2$. *Culoare:* incolor, uneori crem. *Transparent.*

Proprietăți optice. În lumină transmisă, indici de refracție ridicați: $n=2,06$, $\Delta=0,10$, uniax pozitiv.

Chimism. Este un oxid de aluminiu și tantal, cu formula: $Al_2Ta_2O_8$; în analizele chimice reproduse în tabelul 95 se remarcă prezența Ca, Na, Fe, Sn, precum și a apei, determinată de procesele de alterație.

Analize chimice *Tabelul 95*

	1	2	3
Na_2O	—	1,16	0,68
K_2O	—	0,24	0,42
CaO	—	3,40	3,19
MnO	—	0,08	0,04
FeO	—	0,16	0,44
PbO	—	0,42	—
SnO_2	—	2,00	1,19
SiO_2	—	1,78	2,34
Al_2O_3	18,76	16,75	18,64
FeO, Fe_2O_3	—	0,14	0,48
Nb_2O_5	—	0,33	0,38
Ta_2O_5	81,25	72,31	71,48
H_2O^+	—	1,35	1,39
H_2O^-	—	0,20	0,03
F	—	0,21	0,38
Total	100,00	100,53	101,02

1 — $Al_2Ta_2O_8$; 2 — Australia de Vest; 3 — Australia de Vest.

Ocurență. Se găsește parțial alterat, în pegmatite, asociat cu cuarț și biotit, la Tabba Tabba (Australia de Vest).

2. TIPUL $A_mB_nX_p$

m : n de la 2 : 3 la 3 : 5

ARIZONIT $Fe_2Ti_3O_9$

Sistemul de cristalizare: probabil monoclinic.
Habitus: mase masive și cristale neidentificabile. *Spărtură:* semiconcoidală. $H=5^1/_2$. $G=4,25$. *Luciu:* metalic sau semimetalic. *Culoare:* brun-închis, strălucitor, cenușiu (în spărtură proaspătă). *Urmă:* brună.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în roșu și slab pleocroic; $n_{Li}=2,62$, birefringență moderată.

Ocurență. Apare în pegmatite, asociat gadolinitului, la Hackberry, Mohave County, Arizona — S.U.A.

KALKOWSKIT $Fe_2Ti_3O_9$?

Habitus: granule neregulate, structuri fibroase. *Spărtură:* concoidală. $H=3^1/_2$. $G=4,01$. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* brun-deschis, brun-închis, negru. *Urmă:* brun-roșcată.

Proprietăți optice. În lumină transmisă colorat în roșu, brun-roșcat; $n>1,769$, alungire pozitivă, birefringență scăzută.

Ocurență. Apare în șisturi muscovitice și cuarțite, în Minas Geraes, Brazilia, asociat zirconului, monazitului și almandinului.

OLIVEIRAIT $Zr_3Ti_2O_{10} \cdot 2H_2O$

Mase masive; nu clivează; în lumină transmisă colorat în galben-verzui; macle multiple; slabă anizotropie, cînd sînt vizibile structurile fibroase; în stare metamictică este izotrop.

Chimism. Analizele indică: $ZrO_2=63,36\%$; $TiO_2=29,92\%$; $H_2O=6,48\%$ (total 99,76%).

Ocurență. Întîlnit în Minas Geraes, Brazilia.

BRANNERIT $(U, Ca, Fe, Y, Th)_3Ti_5O_{16}$

Fragmente detritice, cristale prismatice, cu aspect morfologic triclinic. Produsele sintetice sînt monoclinice cu $a_0=9,87$; $b_0=3,76$; $c_0=6,95$ Å; $\beta=119^1/_2°$. Z=2.

Spărtură: concoidală. $H=4^1/_2$. $G=6,35$. *Culoare:* negru, uneori brun-gălbui în situațiile de slabă alterare. *Urmă:* verde, neagră.

Proprietăți optice. În lumină transmisă galben-verzui; forma metamictică izotropă, $n_{Li}=2,26$, $n_{Na}=2,30$.

Chimism. Elemente de bază sînt Ti, U și Ca, iar elementele minore Y, Th și Fe^{3+}. Formula generală posibilă este $A_3B_5O_{16}$, unde: A=U, Ca, Fe, Y, Th; B=Ti.

Ocurență. În cristale detritice, în aluviuni de aur se găsește aproape de Kelly Gulch, Custer County, Idaho — S.U.A.

3. TIPUL AB_2X_6

A. Grupa tapiolitului AB_2O_6

TAPIOLIT $FeTa_2O_6$

MOSSIT $Fe(Nb, Ta)_2O_6$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : c=1 : 1,9392.
Dimensiunea celulei elementare: conține $(Fe, Mn)_2(Ta, Nb)_4O_{12}$:

	a_0 Å	c_0 Å
Tapiolit (Greenbushes, Australia)	4,745	9,210
Mossit (Norvegia)	4,711	9,120

Habitus: adesea prismatic [001] sau cu dezvoltarea fețelor (001), (100), (110), (113). *Macle:* fie (013) comune, fie prin rotirea (031) paralel cu perechea feței (113), căpătînd o simetrie rombică. Mai rar (101) sau (1.0.18). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată sau semiconcoidală. $H=6-6^1/_2$. $G=7{,}30-8$; variază în funcție de raportul Nb : Ta; cînd crește conținutul în Nb descrește greutatea specifică. *Luciu:* semiadamantin sau semimetalic. *Culoare:* negru clar, negru-brun la suprafață. *Urmă:* brună, negru-brună.

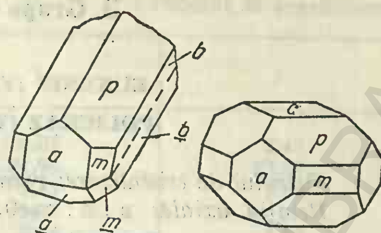


Fig. 67. Cristale de tapiolit: e(001); p(113); a(100); b(010); m(110).

Proprietăți optice. În lumină transmisă tapiolitul este colorat în galben sau roșu-brun; pleocroism accentuat, ω=galben-pal, brun-roșcat, ε=aproape opac. Indicii n_{Li} : $\omega=2{,}27$, $\varepsilon=2{,}42$. Uniax pozitiv.

Chimism. Tapiolitul este un oxid de tantal și Fe, la care se adaugă Mn și Nb, care substituie Fe și respectiv Ta. Există o serie continuă spre conținuturi ridicate în Nb. Mossitul reprezintă termenul cu conținut apreciabil în Nb. Analize chimice pentru diferiți termeni sînt prezentate în tabelul 96.

Tabelul 96

Analize chimice

	1	2	3	4	5
CaO	—	0,15	1,96	—	—
MgO	—	—	0,10	—	—
FeO	13,99	13,41	10,69	16,62	4,64
MnO	—	0,96	1,49	—	12,02
SnO_2	—	1,26	0,34	0,18	—
TiO_2	—	—	0,18	—	3,92
Nb_2O_5	—	—	1,37	} 82,92	34,64
Ta_2O_5	86,01	84,44	82,55		44,53
Rez.	—	0,14	1,14	—	0,26
Total	100,00	100,36	99,82	99,72	100,01

1 — $FeTa_2O_6$. 2 — Skogbölit; Skogböle (Finlanda); Rez. CuO .3 — Tapiolit; Tabba Tabba (Australia de Vest); Rez. $H_2O^+=0{,}31$, $Fe_2O_3=0{,}83$. 4 — Mossit; Räde (Norvegia); conține $Ta_2O_5=52\%$, $Nb_2O_5=31\%$ .5 —Mangano-mossit?; Vinnietharra (Australia de Vest); H_2O- urme.

Ocurență. Mineralele din această serie se întîlnesc obișnuit în pegmatite granitice și ca minerale detritice rezultate din aria de alterație a pegmatitelor granitice. *Mossitul* apare la Räde, aproape de Moss, Norvegia, iar manganomossitul la Yinniethara, Australia, în aluviuni. *Tapiolitul* se găsește în pegmatite cu turmalină, beril, albit, muscovit, tantalit, spodumen, triplit la Tammela și Kimito, Finlanda. Skogbölitul apare în Finlanda la Skogböle și în S.U.A. la Topsham.

B. Grupa euxenit-policraz AB_2O_6

EUXENIT $(Y, Ca, Ce, U, Th)(Nb, Ta, Ti)_2O_6$

POLICRAZ $(Y, Ca, Ce, U, Th)(Ti, Nb, Ta)_2O_6$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,3789 : 1 : 0,3527.

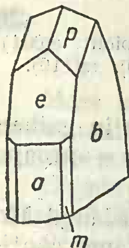


Fig. 68. Cristal de euxenit: a(100); p(111); b(010); e(201); m(110).

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,52; b_0=14,57; c_0= =5,17 Å. Z=4.

Habitus: prisme scurte [001] sau tabulare (010), îndeosebi la policraz, striuri paralele intersectînd (010), agregate dispuse paralel, subparalel sau radiar, mase masive. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), w (011), d (101), e (201), p (111), q (121), γ (131). *Macle:* (201) comune, (010) tabulare, cu striuri [001], rar (101). *Spărtură:* concoidală sau semiconcoidală. $H=6^1/_2-7^1/_2$. G=5,00; variază de la 5,3 (la raportul Nb : Ta > 2:1) la 5,9 (Nb : Ta < 1 : 1); în general descrește pe măsură ce procesul de alterare este mai intens. *Luciu:* strălucitor, semimetalic sau gras și sticlos, pe suprafața proaspătă. *Culoare:* negru, verde-închis sau brun-negru. *Urmă:* galbenă, cenușie sau brun-roșcată.

Proprietăți optice. În lumină transmisă colorate în brun, brun-galben, brun-roșu; stările metamictice izotrope. Indicele de refracție variază cu compoziția (tabelul 97).

Tabelul 97

Proprietăți optice (n)

Euxenit	2,195 (Hitterö)
Policraz	2,248 Santa Clara (Brazilia)

Chimism. Sînt oxizi cu Ta, Nb, de tip AB_2O_6, unde: A=Y, Ce, Ca, U, Th, iar B=Ti, Nb, Ta, Fe^{3+}; predomină constituenții Y, Ca, Ti, Nb și Ta. Al_2O_3 poate participa cu un conținut de 9%, iar SiO_2 într-o proporție de 21%; constituenți străini în rețea sînt TR, Hf, Ge, Sc, aflați în cantități reduse.

Tabelul 98

Analize chimice

	1	2	3
CaO	1,08	2,03	0,85
MgO	0,06	0,07	0,08
MnO	0,16	0,19	—
PbO	0,63	1,01	0,43
FeO	1,13	0,14	1,37
Al_2O_3	urme	0,45	urme

Tabelul 98 (continuare)

	1	2	3
$(Ce\ldots)_2O_3$	2,20	0,87	2,45
$(Y, Er)_2O_3$	27,73	24,95	27,32
UO_2	5,83	7,25	5,64
UO_3	—	1,51	—
ThO_2	3,58	2,64	4,60
SnO_2	0,18	0,14	0,11
SiO_2	0,17	1,08	—
Fe_2O_3	—	2,16	—
TiO_2	25,68	25,04	24,43
Nb_2O_5	27,64	22,28	29,00
Ta_2O_5	1,27	5,32	1,01
H_2O	2,55	2,37	—
Rez.	0,27	0,05	2,87
Total	100,16	99,55	100,16

1 — Euxenit; Alve, Arendal (Norvegia); $(Y, Er)_2O_3$ conține cca. 12,22, pentru Er_2O_3, ZrO_2 — urme, Na_2O, K_2O=0,27. 2 — Euxenit; Maberly (Ontario); BeO=0,05, H_2O^-=0,08, H_2O^+= =2,29, Pb/U+0,38 Th=0,11. 3 — Euxenit; Hitterö; Rez. 2,87 și WO_3 — urme.

Ocurență. Apar în pegmatite granitice, asociate biotitului, muscovitului, ilmenitului, monazitului, xenotimului, zirconului, magnetitului, granaților și frecvent cu thorit, uraninit, betafit și columbit. Uneori se găsesc ca minerale detritice în aria de răspîndire a pegmatitelor granitice. Euxenitul și policrazul se întîlnesc în Norvegia la Jölster, Sönd Fiord, la Rasvåg, insula Hitterö și în insula Kragero; în Finlanda la Huntila, aproape de Pitkäranta; în Suedia la Slättäkra; în Groenlanda la Karrakungak; în Madagascar, în pegmatite alcaline bogate în potasiu, asociat cu columbit, tantalit, magnetit, betafit, mai rar cu scapolit, crisoberil și bismut nativ; în Brazilia în statele Espirito Santo și Minas Geraes.

ESCHWEGEIT $Ca(Y, Er)(U, Th)(Nb, Ta, Ti, Fe^{3+})_2O_6$

Spărtură: concoidală. $H=5^1/_2$; $G=5{,}87$; *Culoare:* cenușiu-roșcat.

Proprietăți optice. Starea metamictică este izotropă; n este cuprins între 2,15 și 2,20.

Chimism. Conține Y, Ti, Nb și Ta, ca elemente esențiale. Formula generală corespunde: $CaAB_2O_6$, unde: A=(Y, Er), U, Th și B=Nb, Ta, Ti, Fe^{3+}.

Ocurență. Întîlnit la Rio Doce, Minas Geraes, Brazilia.

YTROCRASIT $(Y, Th, U, Ca)_2(Ti, Fe^{3+}, W)_4O_{11}$?

Sistemul de cristalizare: aparent rombic.

Habitus: cristale pinacoidale sau domate. *Spărtură:* neregulată sau aproape concoidală. $H=5^1/_2$—6. $G=4{,}80$. *Luciu:* frecvent rășinos. *Culoare:* negru; se modifică pe măsură ce procesul de alterare avansează. *Radioactiv.*

Proprietăți optice. În lumină transmisă apare colorat în variate tonuri de galben; forma metamictică este izotropă; parțial prezintă anizotropie, n variază între 2,12 și 2,15.

Chimism. Corespunde în general formulei $A_2B_4O_{11}$, unde: A=Y, Th, U, Ca, iar B=Ti, Fe^{3+}, W.

Ocurență. Apare în pegmatite granitice, în Burnet County — Texas, la Baringer Hill, în pegmatitele de la Llano County (S.U.A.).

C. Grupa columbit-tantalit

COLUMBIT $(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$
TANTALIT $(Fe, Mn)(Ta, Nb)_2O_6$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,829 : 1 : 0,890.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=14,27; b_0=5,74; c_0=5,09 Å; conține $(Fe, Mn)_4(Nb, Ta)_8O_{24}$. Z=4.

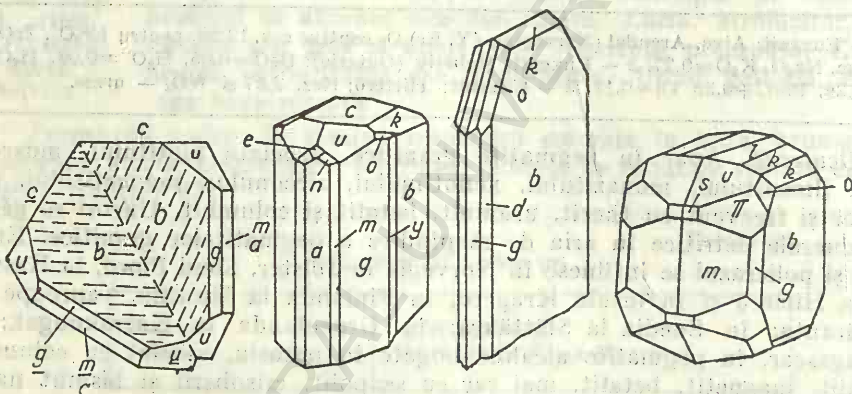


Fig. 69. Cristale de columbit: c(001); b(010); a(100); g(130); m(110); K(011); e(201); u(111); s(221); o(131).

Habitus: prisme scurte [001], forme frecvente (100) sau (010); uneori echidezvoltate; rar forme tabulare (010) sau (100); fețele piramidale predominante (111), mase masive. *Macle:* (201) plan de maclă; uneori macle de penetrație pseudohexagonale; plan de maclă (203) și plan de maclă (501). *Clivaj:* (010) distinct, (100) slab. *Spărtură:* neregulată sau semiconcoidală. *H*=6 (columbit), 6—6$^1/_2$ (tantalit). *G*=5,20 (columbit), 8,10 (tantalit); crește odată cu conținutul în Ta. Termenii intermediari, la care raportul Fe : Mn=1 : 1, iar conținutul în Ta_2O_5 pe unitatea celulară este de 17%, au greutatea specifică 5,48. *Culoare:* negru de oțel, negru-brun, brun-roșcat, cu reflexe interne. *Urmă:* neagră, roșu-închis. *Transparente,* în secțiuni subțiri. *Paramagnetice.*

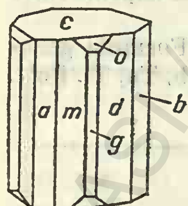


Fig. 70. Cristal de tantalit: a(100); b(010); c(001); m(110); d(170); o(131); g(130).

Proprietăți optice. În lumină transmisă colorate în roșu, galben-roșcat, brun-roșcat (varietățile cu mult mangan). Pleocroism puternic, de la brun la brun-roșu; $\gamma > \alpha$; indicii

de refracție descresc odată cu creșterea conținutului în Ta_2O_3, iar birefringența crește. Orientarea: $\alpha = a$, $\beta = b$, $\gamma = c$ (tabelul 99).

Tabelul 99

Proprietăți optice în lumină transmisă

	1	2	3	4	5
α	—	—	2,26	—	2,19
β	2,45	2,40	2,32	2,30	2,25
γ	—	—	2,43	—	2,34
Birefringența	mare	f. mare	0,17	—	0,15
Absorbția	—	puternică	roșu-brun	roșu-brun	puternică
		$\gamma > \alpha$	$\gamma > \alpha$	$\gamma > \alpha$	
2V	—	negativ	mare +	—	mare, pozitiv
Ta_2O_5 aprox.	9,3	—	—	70,00	43,30

1 — Columbit; Canön City (Colorado). 2 — Fe-Columbit; Haddam. 3 — Tantalit. 4 — Tantalit. 5 — Mn-Tantalit; Amelia Court House (Virginia).

În lumină reflectată colorate în alb-cenușiu, brun sau roșu, cu reflexe interne brun-roșcate. *R* în aer, pentru verde 15%, oranj 17%, roșu 14%, iar în imersie, pentru verde 6%, oranj 6%, roșu 5,5%. Bireflexia este slabă, atît în aer, cît și în imersie. Efectele de anizotropie sînt destul de slabe, în imersie devenind mai clare. Extincție dreaptă. Termenii bogați în Ta indică reflexe interne mai clare. Conținuturile mai ridicate în Mn determină mărirea reflexelor.

Tabelul 100

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7
MnO	10,49	3,28	5,97	12,45	12,49	5,66	14,15
FeO	10,63	17,33	15,04	8,07	4,22	11,91	1,63
SnO_2	—	0,73	0,67	0,11	—	} 0,44	} 0,48
WO_3	—	0,13	—	0,45	—		
Nb_2O_5	78,88	77,97	72,37	56,48	31,30	27,22	15,11
Ta_2O_5	—	—	5,26	22,12	51,99	53,47	68,65
Rez.	—	0,48	0,58	0,15	—	1,30	0,55
Total	100,00	99,92	99,89	99,83	100,00	100,00	100,57

1 — $(Fe, Mn)Nb_2O_6$, Fe : Mn=1 : 1. 2 — Fe-columbit; Groenlanda; ZrO_2=0,13, MgO=0,23, CaO — urme, PbO=0,12. 3 — Columbit; Anneröd (Norvegia); CaO=0,58. 4 — Columbit; Canon City (Colorado); Rez.=0,15. 5 — $(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$ unde Fe : Mn=1 : 3, Nb : Ta= =1 : 1. 6 — Tantalit; M. Tin Custer; TiO_2=1,30, CaO=0,48. 7 — Mn-tantalit; Wodgina (Australia de Vest).

Chimism. Sînt oxizi de Fe, Mn, Nb şi Ta, cu formula generală de tipul (Fe, Mn)(Nb, Ta)$_2$O$_6$, caracterizaţi printr-o variaţie continuă a constituenţilor. Sn substituie poziţiile (Fe, Mn), iar W substituie de regulă (Nb, Ta). Elementele Ti (Y, Ce), Mg, U (toddit) se datoresc de cele mai multe ori impurităţilor. Spectrografic s-au mai determinat He, N. *Varietăţi: columbit* Nb>Ta; Fe-*columbit* Fe : Mn>3 : 1; *columbit tungstenifer* WO$_3$ cca. 13%. *Tantalit* Ta ⩾ Nb; Fe-*tantalit* Fe : Mn=3 : 1; *manganotantalit* Mn : Fe=3 : 1.

Ocurenţă. Columbitul şi tantalitul sînt minerale cu frecvenţă relativ ridicată şi întîlnite îndeosebi în pegmatite granitice, bogate în silicaţi de Li, Mn, Fe; se asociază cu albit, microclin, beril, lepidolit, muscovit, turmalină neagră, ambligonit, triplit, samarskit, apatit, microlit, uneori casiterit. Varietăţile sînt determinate de schimbarea raporturilor între Nb : Ta şi Mn : Fe. Sînt semnalate în Norvegia la Kristiania şi la Anneröd; în Suedia la Finbö, Broddbö, Varuträsk; în U.R.S.S. în regiunea Miask în M. Ilmen; în India (Bengal); în Italia, la Val Vigezzo, Piemonte; în Franţa la Limoges; în Japonia la Makabe şi Hitachi; în Madagascar; în Groenlanda la Triedrickstat; în S.U.A., în Massachusetts la Beverly, în Virginia la Amalia Court House; în Canada la Sudbury, Ontario.

D. Grupa eschinit-priorit AB$_2$O$_6$

ESCHINIT (Ce, Ca, Fe^{2+}, Th)(Ti, Nb)$_2$O$_6$

PRIORIT (Y, Er, Ca, Fe^{2+}, Th)(Ti, Nb)$_2$O$_6$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relaţia axială: eschinit: a : b : c=0,4867 : 1 : 0,6737; priorit: a : b : c= =0,4746 : 1 : 0,6673.

Habitus: cristale prismatice, uneori prisme scurte (001), tabulare (010), cu striuri (100) sau (010). Forme cristalografice specifice pentru eschinit: c (001), b (010), n (130), r (120), m (110), x (021), d (101), p (111), iar pentru priorit: c (001), b (010), a (100), t (140), n (130), r (120), m (110), u (023), v (045), x (021), d (101), p (111). Uneori mase masive. *Clivaj:* (100) urme. *Spărtură:* concoidală. *H*=5—6. *G*=5,19 (eschinit) şi 4,95 (priorit). *Luciu:* semimetalic sau răşinos, pe suprafeţele supuse alterării. *Culoare:* negru; variază între galben şi brun la suprafaţă. *Urmă:* aproape neagră, brună (eschinit), galben-roşcată (priorit).

Proprietăţi optice. În lumină transmisă sînt colorate în brun-roşcat, brun-închis; anizotrope; izotrope pentru formele metamictice; indicii de refracţie variază: la eschinit n=2,26 pentru forma metamictică, crescînd la forma cristalină la 2,285; la priorit n=2,142 (metamictic), iar în varietatea cristalină de 2,24.

Chimism. Sînt membrii seriei de tipul AB$_2$O$_6$, unde: A=Ce, Ca, Fe^{2+}, Th şi B=Ti, Nb; Ce predomină în eschinit, iar Y, Er substituie Ce în priorit. Elementele minore determinate se datoresc amestecurilor intime din timpul creşterii cristalelor; pentru A acestea sînt Mn, Pb, U, Sn, Zr, iar pentru B—Ta, Al, Si; conţinutul în H$_2$O variază în funcţie de gradul de alterare.

Tabelul 101

Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	2,50	2,50	4,12	2,71
MnO	—	—	0,19	—
MgO	—	—	0,22	—
FeO	4,28	3,34	5,63	3,48
$(Y, Er)_2O_3$	4,53	3,10	17,11	17,46
Ce_2O_3	19,50	19,41	4,32	3,89
$(La, Dy)_2O_3$	—		—	—
UO_2	—	—	0,49	—
SnO_2	urme	—	0,29	—
ThO_2	15,42	17,55	0,61	17,04
SiO_2	—	—	2,12	urme
Al_2O_3	—	—	—	urme
TiO_2	22,60	21,20	21,89	22,21
Nb_2O_5	23,85	32,51	36,68	32,35
Ta_2O_5	6,95	—	—	—
H_2O	—	—	3,69	—
Rez.	—	—	2,14	—
Total	99,67	99,61	99,50	99,14

1 — Eschinit; Hitterö; Al_2O_3 și SiO_2 urme. 2 — Eschinit; Miask. 3 — Priorit; Embabasu (Elveția). 4 — Priorit; M. Ural (U.R.S.S.).

Ocurență. Eschinitul se întîlnește în sienite cu nefelin, de tip miaskitic, cu feldspați, zircon, samarskit, la Miask, în Munții Ilmen, U.R.S.S. *Prioritul* apare în pegmatite granitice, cu euxenit, zircon, monazit, xenotim, allanit, TR, în Norvegia la Hitterö și în Madagascar la Tongafeno și Ambedabao.

SAMARSKIT $(Y, Er, Ce, U, Ca, Fe^{2+}, Pb, Th)(Nb, Ta, TiSn)_2O_6$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială: a : b : c=0,5456 : 1 : 0,5177.

Habitus: cristale prismatice [001], uneori tabulare, (100) sau (010), posibil alungiri după [010], cu față predominantă (101), mase masive. Forme principale: c (001), b (010), a (100), l (130), h (120), m (110), e (101), x (201), p (111), z (121), v (131). *Clivaj:* (010) slab. *Spărtură:* concoidală. *H*=5—6. *G*=5,69; variază în funcție de gradul de alterare. *Luciu:* rășinos sau sticlos pe spărtură, semimetalic pe fețe de cristal. *Culoare:* negru, pentru unele varietăți brun, iar cele alterate brun-gălbui. *Urmă:* brun-roșcat-închis, brună sau neagră, brun-gălbuie.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în brun-deschis și brun-închis. Formele metamictice sînt izotrope; uneori apar efecte de anizotropie; indicele de refracție: n=2,20.

Chimism. Este un oxid cu elemente de bază: Nb, Ta, TR, Ca, Fe, U, Th, Ti. Formula posibilă: AB_2O_6, unde: A=Y, Er, Ce, La, U, Ca, Fe^{2+}, Pb,

Th, iar B=Nb, Ta, Ti, Sn, W, Zr? Apa apare numai în probele afectate de procesul de alterare; SiO_2 se găseşte ca amestec mecanic. Sînt prezente Ra, N, He.

Tabelul 102

Analize chimice

	1	2	3
CaO	0,55	0,51	0,37
MgO	—	0,41	0,09
FeO	10,75	11,15	—
MnO	0,78	0,69	0,79
PbO	—	0,15	0,51
Y_2O_3	14,49	7,83	
Er_2O_3	—	13,37	
Ce_2O_3	—	0,25	14,10
La_2O_3	—	0,37	
Dy_2O_3	4,17	1,56	
UO_3	12,55	11,23	17,20
SnO_2	0,08	0,79	—
ThO_2	—	1,73	3,03
TiO_2	—	0,68	—
ZrO_2	—	1,03	—
Fe_2O_3	—	2,13	10,18
Al_2O_3	—	0,19	—
WO_3	—	1,41	—
Nb_2O_5	37,51	32,02	51,38
Ta_2O_5	18,20	11,18	
H_2O	1,12	1,22	1,55
Rez.	—	0,85	0,09
Total	100,20	100,75	99,29

1 — Samarskit; Mitchell (Carolina de Nord). 2 — Samarskit; Miask (U.R.S.S.), $Na_2O=0,28$, $K_2O=0,21$, $ZnO=0,17$, $SiO_2=0,12$. 3 — Samarskit; Topsham; insol. =0,09, TiO_2 — inclus în $(Nb, Ta)_2O_5$.

Ocurenţă. Se întîlneşte în pegmatite granitice, asociat columbitului. Alteori se asociază monazitului, magnetitului, berilului, biotitului, uraninitului, muscovitului, eschinitului, albitului, topazului şi granatului. Determinat în U.R.S.S. la Miask (în Ural) şi în regiunea Batum; în Norvegia la Anneröd, aproape de Moss, în pegmatite, precum şi la Iveland, districtul Satersdalen; în Suedia la Nothamus, Väddön; în India la Madras; în Kalimantan; în Madagascar, în pegmatite, la Antenamalaşa; în Japonia la Ishikawa, Iwaki; în Brazilia la Civino de Ubà, la Minas Geraes, în pegmatite cu monazit; în S.U.A., la Greasy Creek Township, Mitchell County (Carolina de Nord), la Spruce Pine, aproape de Asherville, în Colorado la Ohio City, Gunnison County şi la Devil's Head, Douglas County, apoi la Idaho City, Boise County, în Idaho.

THOREAULIT $SnTa_2O_7$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=17,11$; $b_0=4,85$; $c_0=5,56$ Å; $\beta=$ $=90°54'$. Z=4.

Habitus: cristale prismatice [001]. *Macle:* lamelare, fața de alipire (010). *Clivaj:* (100) perfect, (011) imperfect. *H*=6. *G*=7,6–7,9. *Luciu:* adamantin sau rășinos. *Culoare:* brun. *Urmă:* galbenă, verde-închis.

Proprietăți optice. În lumină transmisă are culoare galbenă. Biax pozitiv, $2V_\gamma=25°$. Orientarea: $\beta=b$, $\gamma \wedge c=27°$. Indicile de refracție mediu: n = =2,459. Birefringență clară; Δ aproximativ 0,039.

Chimism. Oxid de staniu și tantal. Compoziția chimică este prezentată în tabelul 103.

Tabelul 103

Analize chimice

	1	2
SnO	22,41	21,88
Ta_2O_5	77,59	72,83
SiO_2	—	1,85
Al_2O_3	—	1,02
Fe_2O_3	—	0,50
CaO	—	1,28
Total	100,00	99,36

1 — $SnTa_2O_6$. 2 — R. Zair; Nb_2O_5, Sb_2O_3, MnO, MgO — urme.

Ocurență. Se găsește în pegmatite cu casiterit la Monono (Shaba, Zair).

4. TIPUL $A_mB_nX_p$ m:n ≤ 1:3

Seria betafitului

Caractere generale: cristale cubice, frecvent în stări metamictice; în formula generală A=U, Ca, Th, Pb, Ce, Y și B=Ti, Nb, Ta, Fe^{3+}, Al (prezentate în succesiune descrescătoare); H_2O intră și ea în formula generală; greutatea specifică variază în funcție de starea de alterare a mineralului; prezintă relații paragenetice cu mineralele din seria piroclor-microlit.

BETAFIT $(U, Ca)(Nb, Ta, Ti)_3O_9 \cdot nH_2O$

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10,3$ Å.

Habitus: de regulă octaedric, uneori cristale aplatizate (011) sau alungite [001]. Forme principale: a (001), d (011), o (111), g (023), m (113), r (233). *Spărtură:* concoidală. $H=4-5^1/_2$. $G=3,7-5$; variază în funcție de gradul de alterare. *Luciu:* sticlos sau semimetalic. *Culoare:* brun-verzui, galben, negru (varietatea bogată în Ti).

Proprietăţi optice. În lumină transmisă este incolor; izotrop (forma metamictică); n=1,915.

Chimism. Este un oxid de Nb, Ta, U şi Ca; ca elemente minore apar: Pb, Th, Fe^{3+}, Sn, Fe^{2+}, TR; apa are un rol deosebit, dar este prezentă probabil datorită procesului de alterare. Puternic radioactiv. *Varietăţi: samiresit* — cu plumb, unde Pb : U=3 : 8; *titanobetafit,* unde Ti : Nb+Ta : Fe=9 : 3 : 1.

Tabelul 104

Analize chimice

	1	2	3
CaO	—	3,12	8,96
MnO	—	—	—
PbO	7,35	urme	1,70
MgO	—	urme	urme
FeO	1,06	—	—
$(Y, Er)_2O_3$	—	—	—
$(Ce, La)_2O_3$	0,20	1,00	—
UO_2	21,20	—	—
UO_3	—	27,15	15,52
SnO_2	0,10	0,37	—
ThO_2	—	1,12	—
SiO_2	—	—	0,62
Al_2O_3	0,74	1,50	0,98
Fe_2O_3	—	0,50	5,52
TiO_2	6,70	16,20	35,05
Nb_2O_5	45,80	34,80	8,51
Ta_2O_5	3,70	1,00	12,85
H_2O	12,45	12,50	9,63
Rez.	0,30	0,38	—
Total	99,60	99,64	99,34

1 — Samiresit; Samiresy; Rez. K_2O=0,30. 2 — Betafit; Ambalahazo; Rez. K_2O=0,38. 3 — Titano-betafit; Tangen (Norvegia); negru, cu luciu vitros.

Ocurenţă. Apare în pegmatite granitice, asociat cu minerale ca euxenit, fergusonit, allanit, uneori zircon, beril. Este întîlnit în Madagascar la Ambato Campickely, la Soma şi Andibakely; în U.R.S.S., în Siberia la Sludianka, la Lacul Baikal, în pegmatite cu titanit, granat, zircon, magnetit şi piroxen; în Norvegia la Hogyaaen, aproape de Tangen, la Evje, Landsmerk şi la Sjosland în Satersdalen.

DJALMAIT $(U, Ca, Pb, Bi, Fe)(Ta, Nb, Ti, Zr)_3O_9 \cdot nH_2O$

Sistemul de cristalizare: cubic, forme octaedrice.

Spărtură: neregulată. $H=5^1/_2$. G=5,75—5,88. *Culoare:* galben-brun, brun, negru-brun; în secţiuni subţiri galben-brun, cu n=1,97.

Chimism. Oxid de Ta, U, Ti şi alte elemente.

Ocurenţă. Este întîlnit în pegmatite granitice, la Posse, Conçeicão County şi în Minas Geraes, Brazilia.

HALOGENURI

H Li B N O F Na Mg Al Si Cl K Ca Mn Fe Cu Br Y Ag I La Lu Hg Pb Bi

CARACTERE GENERALE

În această clasă întîlnim compuşi cu legături ionice tipice, determinînd proprietăţi caracteristice, deosebite net de cele ale compuşilor din clasa sulfurilor. Din punct de vedere chimic, mineralele din această clasă sînt reprezentate prin sărurile acizilor HF, HCl, HB şi HI, determinînd combinaţii de tipul fluorurilor, clorurilor, bromurilor şi iodurilor. În afara acestor combinaţii mai există săruri hidratate şi compuşi mai complecşi, care conţin anioni de OH^-, O^{2-}, mai rar $(SO_4)^{2-}$ şi $(IO_3)^-$; aceştia sînt numiţi *compuşi oxihalogenaţi*, realizînd compuşi de tranziţie spre compuşii tipici oxigenaţi. Elementele principale, care participă la formarea mineralelor halogenate, sînt situate în jumătatea stîngă a sistemului periodic al elementelor lui Mendeleev, mai ales în grupele I şi II. Compuşii halogenaţi ai metalelor grele au un rol neînsemnat în mineralogia compuşilor naturali şi iau naştere în condiţii speciale, situaţie determinată şi de faptul că în timp ce compuşii halogenaţi ai metalelor uşoare de forma AX sau AX_2 sînt caracterizaţi prin structuri cu legături ionice (heteropolare) tipice, compuşii halogenaţi ai metalelor grele, unde cationii sînt puternic polarizanţi, arată legături covalente (homeopolare) sau legături de tranziţie. Proprietăţile fizice ale mineralelor corespund structurii cristaline respective.

Compuşii halogenaţi cu structuri ionice tipice, deci cu cationi cu sarcini mici, raze ionice mari şi cu capacitate foarte slabă de polarizare, vor prezenta proprietăţi specifice, ca: transparenţă ridicată, lipsă de culoare, greutate specifică mică, solubilitate foarte mare în apă, indici de refracţie mici, luciu sticlos etc. Compuşii halogenaţi cu cationii metalelor grele, cu învelişul exterior alcătuit din 18 electroni Cu^{2+}, Ag^{+} etc., care au tendinţa de a polariza puternic anionii înconjurători şi de a forma reţele cristaline cu legături homeopolare vor indica proprietăţi deosebite, respectiv: greutăţi specifice mari, coloraţii idiocromatice de regulă slabe, indici de refracţie mari, luciu adamantin, solubilitate mai redusă în apă. În cadrul compuşilor halogenaţi cu cationi ai metalelor uşoare, proprietăţile sînt influenţate şi de natura anionilor care intră în structura compuşilor, respectiv F^-, Cl^-, Br^- sau I^-. Aceste deosebiri sînt determinate îndeosebi de dimensiunile anionilor; anionul F^- se deosebeşte mult prin dimensiunile sale de restul anionilor din grupa halogenilor, după cum se remarcă din compararea valorilor razelor lor: F^-=1,33 Å, Cl^-=1,81 Å, Br^-=1,96 Å, I^-=2,19 Å. Aceste dimensiuni influenţează în mare măsură alegerea cationilor în formarea compuşilor, asupra stabilităţii lor, precum şi asupra proprietăţilor fizice şi chimice ale lor. Cea mai mare parte a cantităţilor de F^- din scoarţa terestră este combinată cu Ca^{2+} şi uneori cu Al^{3+} şi Si^{4+} (în compuşi dubli), în timp ce Cl^-, Br^- şi I^-, care sînt mult mai puţin răspîndiţi decît fluorul, sînt combinaţi în special cu Na, K, (Rb), (Ca) şi Mg în săruri hidratate. Dacă în natură sînt întîlnite cloruri, bromuri şi ioduri cu Au, Ag, Hg etc., compuşi similari ai fluorului nu apar deloc în scoarţă. De asemenea, clorurile metalelor uşoare se dizolvă foarte uşor în apă, în timp ce fluorurile lor sînt în general insolubile în apă. Temperaturile de fierbere şi de topire ale fluorurilor sînt mult mai înalte decît ale clorurilor respective. De exemplu, temperatura de fierbere a SnF_4 este de 705°C, iar a $SnCl_4$ de 114°C; a AlF_3 de peste 1000 °C, în timp ce a $AlCl_3$ de numai 81°C.

Caracterele geochimice ale halogenilor sînt deosebit de interesante.

Fluorul este prezent aproape întotdeauna în roci magmatice, formate în stadiul principal al cristalizării. El este prezent în structuri minerale, sub formă de ioni F^-, avînd o rază de 1,33 Å, identică cu cea a O^{2-}, OH^- (1,32 şi 1,33 Å). Dimensiunile egale ale ionilor explică ocurenţa frecventă a fluorului în silicaţi, care conţin grupe OH^- în structurile lor; ca o consecinţă, fluorul este întîlnit în mice, amfiboli, turmalină etc. Mineralul cel mai important este fluorina-CaF_2; fluorurile de magneziu şi aluminiu simple nu apar în roci magmatice.

Clorul este şi el frecvent aproape întotdeauna în roci magmatice (formate în stadiul principal al cristalizării), sub forma ionului Cl^-;raza sa de 1,81 Å este ceva mai mare decît a F^- şi de aceea cei doi ioni nu prea se înlocuiesc unul pe altul în acelaşi mineral, ci tind să se concentreze în specii separate. Clorul apare în minerale, în mod frecvent, împreună cu anioni complecşi $(SO_4)^{2-}$, $(CO_3)^{2-}$; de exemplu în clorsulfatul clorotionit $K_2Cu(Cl_2)(SO_4)$ sau în clorocarbonatul numit fosgenit $Pb_2(Cl_2)(CO_3)$. Cei mai importanţi dintre silicaţii care conţin clor sînt scapolitele şi eudialitul; cantitativ însă importanţa acestora este mică. Clorurile simple sînt uşor solubile şi de aceea ele nu apar sub formă de minerale în rocile magmatice. Clorura de amoniu — NH_4Cl — este un constituent frecvent al sublimatelor vulcanice. Knid (1939) a arătat că, de regulă, fluorul predomină în roci magmatice normale

formate în stadiul principal al cristalizării. Raportul F : Cl din roci variază; în roci acide conţinutul de clor scade pe seama unei creşteri corespunzătoare a conţinutului în fluor.

Fluorul şi clorul prezintă tendinţa de a se concentra către ultimele faze din stadiul principal al cristalizării; concentraţia fluorului este mult mai pronunţată în raport cu clorul în stadiul pegmatitic; de asemenea fluorul este un element specific rocilor pneumatolitice şi hidrotermale. Fluorul şi clorul sînt componenţi principali ai produselor volatile ale magmelor, fapt confirmat şi de degajările, uneori foarte însemnate, de HCl şi HF din produsele gazoase ale erupţiilor vulcanice.

Bromul este un element tipic dispers; el nu se prezintă în concentraţii însemnate în roci magmatice. Raza ionului Br^- este de acelaşi ordin de mărime cu aceea a clorului; de aceea este de aşteptat ca bromul să fie capabil de a înlocui clorul într-o anumită proporţie. Modul de ocurenţă a bromului în mineralele separate în stadiul principal al cristalizării este incomplet cunoscut; forma sub care se găseşte bromul în mineralele comune ale rocilor este necunoscută.

Iodul este de asemenea un element dispers tipic. Ca şi bromul în roci magmatice, iodul nu se concentrează îndeajuns pentru a forma minerale independente. Raza ionică a I^- de 2,20 Å este mult mai mare decît aceea a Br^-; de aceea înlocuirea celorlalţi halogeni prin iod este practic imposibilă.

În condiţii exogene apar însă cloruri de Na^+ (mai puţin de K^+, Mg^{2+}) în cantităţi enorme, împreună cu sulfaţi, uneori cu boraţi şi cu alţi compuşi solubili în apă. Alături de clor se observă concentraţii importante de brom şi iod. Astăzi 70—75% din cantitatea totală de clor (şi de brom) din scoarţa terestră, precum şi peste 90% din cantitatea totală de iod sînt concentrate în apele oceanelor; fluorurile nu se găsesc în cantităţi însemnate în depozitele salifere. Mările şi oceanele sînt colectorii clorurilor dizolvate. Conţinutul în fluor în apele marine nu depăşeşte 0,8 g/m^3; el este asimilat parţial de microorganisme şi intră în compoziţia scheletului animalelor superioare, în special în smalţul dinţilor, constituit aproape exclusiv din fluorură de calciu. Migraţia fluorului în condiţii exogene prezintă o particularitate caracteristică. În procesul de alterare a rocilor şi zăcămintelor de minereuri, odată cu clorul se pun în libertate şi cantităţi însemnate de fluor, însă afinitatea lui chimică faţă de calciu este atît de mare încît, în drum spre bazinele marine, el precipită în mare parte din soluţii, formînd compusul CaF_2, greu solubil, şi oprindu-se, astfel, în depozitele continentale. Astfel se explică cantitatea neînsemnată de fluor din apa mării.

Clorurile, spre deosebire de fluoruri, sînt mult mai răspîndite în natură. Sînt cunoscute combinaţiile clorului cu 16 elemente; dintre aceşti compuşi cei mai importanţi sînt clorurile de Na şi Mg care formează uneori zăcăminte salifere de origine sedimentară, în condiţii exogene, împreună cu alte săruri solubile. Compuşii metalelor grele, Cu, Ag, Pb, prezintă importanţă secundară. Este important să se sublinieze că în condiţii exogene K şi Na au un rol geochimic diferit. Deşi în litosferă clark-urile lor sînt aproximativ egale, iar aceste elemente sînt puse în libertate prin alterarea rocilor şi trec în soluţii în cantităţi egale, totuşi în apele marine, unde are loc o concentraţie a clorurilor, conţinutul în NaCl este de 3,5%, în timp ce KCl atinge numai 0,6—0,7%. În urma analizelor chimice ale solurilor şi depozitelor continentale s-a constatat că în timp ce cea mai mare parte a sodiului ajunge prin

ape superficiale şi fluviale în lacuri şi mări, potasiul este absorbit prin migraţia soluţiilor în părţile superficiale ale scoarţei, în soluri, roci argiloase, fiind asimilat de plante. Cenuşa plantelor este totdeauna bogată în potasiu. De aici rezultă clar de ce în produsele cristalizate rezultate în urma evaporării lagunelor predomină compuşii sodiului în comparaţie cu cei ai potasiului.

Tabelul 105

Clasificarea sărurilor haloide

I. SĂRURI HALOIDE NORMALE, ANHIDRE ŞI HIDRATATE	
1. Tipul AX	
Grupa sării geme	
Halit	$NaCl$
Silvină	KCl
Villiaumit	NaF
Kerargirit	$AgCl$
Bromirit	$AgBr$
Salmiac	NH_4Cl
Grupa nantokitului	
Nantokit	$CuCl$
Miersit	$(Ag, Cu)I$
Marshit	CuI
Iodirit	AgI
Calomel	$HgCl$
2. Tipul AX_2	
Grupa fluorinei	
Fluorină	CaF_2
Sellait	MgF_2
Gagarinit	$NaCaYF_6$
Grupa lawrencitului	
Lawrencit	$FeCl_2$
Scacchit	$MnCl_2$
Cloromagnezit	$MgCl_2$
Hidrofilit	$CaCl_2$
Coccinit	HgI_2
Cotunnit	$PbCl_2$
Eriocalcit	$CuCl_2 \cdot 2H_2O$
Bischofit	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$
3. Tipul AX_3	
Molysit	$FeCl_3$
Fluocerit	$(Ce, La, Nd)F_3$
Cloraluminit	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$
II. OXISĂRURI ŞI HIDROXIL SĂRURI HALOIDE	
1. Tipul $A_m(O, OH)_pX_q$	
Eglestonit	Hg_4OCl_2
Terlinguait	Hg_2OCl
Lorettoit	$Pb_7O_6Cl_2$
Mendipit	$Pb_3O_2Cl_2$
Daviesit	—

Grupa matlockitului	
Matlockit	$PbFCl$
Bismoclit	$BiOCl$
Daubreeit	$BiO(OH, Cl)$
Laurionit	$Pb(OH)Cl$
Paralaurionit	$Pb(OH)Cl$
Penfieldit	$Pb_2(OH)Cl_3$
Fiedlerit	$Pb_3(OH)_2Cl_4$
Grupa atacamitului	
Atacamit	$Cu_2(OH)_3Cl$
Kempit	$Mn_2(OH)_3Cl$
Paraatacamit	$Cu_2(OH)_3Cl$
Botallackit	$Cu_2(OH)_3Cl$
Cadwaladerit	$Al(OH)_2Cl \cdot 4H_2O$
2. Tipul $A_mB_n(O, OH)_pX_q$	
Boleit	$Pb_9Ag_3Cu_8Cl_{21}(OH)_{16} \cdot 2H_2O$?
Cumengeit	$Pb_4Cu_4Cl_8(OH)_8 \cdot H_2O$?
Pseudoboleit	$Pb_5Cu_4Cl_{10}(OH)_8 \cdot 2H_2O$?
Percylit	$PbCuCl_2(OH)_2$
Diaboleit	$Pb_2CuCl_2(OH)_4$
Cloroxifit	$PbCuO_2Cl_2(OH)_2$?
Nocerit	$Ca_3Mg_3F_8O_2$
Zirklerit	$9(Fe, Mn, Ca)Cl_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 3H_2O$
Kleinit	$(Hg_2N)(Cl, SO_4) \cdot H_2O$
Mosesit	$(Hg_2N)(Cl, SO_4, MoO_4, CO_3) \cdot nH_2O$
III. SĂRURI HALOIDE COMPLEXE, ALUMINO-FLUORURI	
1. Tipul $A_mBX_3 \cdot xH_2O$	
Clorocalcit	$KCaCl_3$
Carnalit	$KMgCl_3 \cdot 6H_2O$
Tahihidrit	$CaMg_2Cl_6 \cdot 12H_2O$
2. Tipul A_mBX_4	
Pseudocotunnit	K_2PbCl_4
Avogadrit	$(K, Cs)BF_4$
Ferruccit	$NaBF_4$
Criolitionit	$Na_3Li_3Al_2F_{12}$
3. Tipul $A_mBX_4 \cdot xH_2O$	
Douglasit	$K_2FeCl_4 \cdot 2H_2O$?
Mitscherlichit	$K_2CuCl_4 \cdot 2H_2O$
Seria eritrosideritului	
Eritrosiderit	$K_2FeCl_5 \cdot H_2O$
Kremersit	$(NH_4, K)_2FeCl_5 \cdot H_2O$
4. Tipul A_mBX_6	
Grupa hieratitului	
Hieratit	K_2SiF_6
Criptohalit	$(NH_4)_2SiF_6$

Grupa malladritului	
Malladrit	Na_2SiF_6
Bararit	$(NH_4)_2SiF_6$
Rinneit	NaK_3FeCl_6
Cloromanganokalit	K_4MnCl_6
IV. SĂRURI ALUMINO-FLUORURI	
1. Tipul octaedric izolat	
Criolit	Na_3AlF_6
Elpasolit	K_2NaAlF_6
Pahnolit	$NaCaAlF_6 \cdot H_2O$
Thornsenolit	$NaCaAlF_6 \cdot H_2O$
Jarlit	$NaSr_3Al_3F_{16}$
2. Tipul structural în lanț	
Gearksutit	$CaAl(OH)F_4 \cdot H_2O$
3. Tipul structural în strat	
Prosopit	$CuAl_2(F, OH)_8$
Chiolit	$Na_5Al_3F_{14}$
4. Tipul structural în rețea	
Fluellit	$AlF_3 \cdot H_2O$
Ralstonit	$Na(MgAl)_6F_{12}(OH)_6 \cdot 3H_2O$
Weberit	Na_2MgAlF_7
V. SĂRURI COMPLEXE	
1. Tipul amestec	
Creedit	$Ca_3Al_2F_4(F, OH)_6(SO_4) \cdot 2H_2O$
Arzrunit	$Pb_2Cu_4(O_2Cl_6SO_4) \cdot H_2O$
Trudellit	$Al_{10}Cl_{12}(OH)_{12}(SO_4)_3 \cdot 30H_2O$

I. SĂRURI HALOIDE NORMALE, ANHIDRE ȘI HIDRATATE

1. TIPUL AX

A. Grupa sării geme

Structura mineralelor din grupa sării geme este cub cu fețe centrate, determinînd o coordonare octaedrică, structură impusă de raportul geometric al razelor $0{,}41 < Ra / Rc < 0{,}73$ și de polarizarea slabă a ionilor. În acest tip

cristalizează fluorurile, clorurile, bromurile și iodurile elementelor alcaline Li, Na, K, Rb. În domeniul mineral se cunoaşte acest tip structural la sarea gemă, silvină, kerargirit, bromargirit, periclaz (MgO), galenă (PbS) etc.

HALIT NaCl

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}6404$ Å; conține Na_4Cl_4.

Habitus: de obicei cubic, rar octaedric; uneori columnar și stalactitic. Forme principale: a (001), d (011), o (111), c (012); cristalele de sare cu origine sedimentară sînt caracterizate prin adîncituri sub formă de pîlnie și în trepte după fețele (100). Sarea gemă se prezintă de asemenea sub formă de cruste, strate, mase granulare, afînate sau compacte, depuse pe fundul bazinelor și sub forma unor druze de cristale uneori foarte mari. *Macle:* (111) sporadice. *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* concoidală. $H=2$. $G=2{,}1-2{,}2$. $F=804°$ C. *Luciu:* sticlos, gras, pe suprafețele care vin în contact mult timp cu aerul. *Culoare:* frecvent alb, uneori galben, roșu, albastru, purpuriu. Prin evaporarea rapidă a apei, din soluția cu clorură de sodiu, din bazine sau lagune, pe timp liniștit, apar la suprafață numeroase forme piramidale, plutitoare, cristaline, care se dezvoltă cu baza îndreptată în sus. Cristalele care formează aceste piramide au o culoare albă, din cauza bulelor microscopice de aer incluse în ele; în cazul agitării soluției, piramidele se umplu cu apă, se depun la fund și continuă creșterea cristalelor, cu zone transparente incolore. Culoarea cenușie se datorește particulelor de argilă, culoarea galbenă hidroxizilor de fier, culoarea roșie sesquioxizilor de fier, iar culoarea brună sau neagră substanțelor organice. Colorația albastră este determinată de impregnarea cu vapori de sodiu metalic, colorație care se poate obține și artificial, prin expunerea cristalelor incolore la acțiunea razelor röntgen. *Urmă:* incoloră sau albă; rar pulbere colorată în albastru, roșu.

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolor, rar colorat datorită materialului inclus în granulele de sare; izotrop; datorită presiunilor mecanice poate să prezinte birefringență. Indicele de refracție la temperatura de 18°C și λ 587,6 este 1,54068.

Geneză. Principalul proces de formare are loc prin evaporarea extensivă a solventului, a apei în depozitele sedimentare. Solubilitatea sării geme în apă este relativ mare, de circa 35,9% la temperatura de 12°C, fără a crește mai mult prin încălzirea dizolvantului. Sarea se formează prin cristalizare în urma evaporării apei din lagunele și golfurile puțin adînci, despărțite de largul mării prin praguri de nisip; formarea acestor depuneri saline este favorizată de o climă aridă, care provoacă evaporarea rapidă a apei și concentrarea continuă a sărurilor dizolvate, în raport cu concentrația în săruri a apei de mare. Scăderea nivelului apei din lagune provoacă venirea de noi mase de apă din mare, care aduc noi cantități de săruri ce se depun la rîndul lor prin evaporare. O condiție importantă pentru ca depunerea să se facă continuu este ca lagunele să nu primească apă dulce de pe continent.

Apa mării are o concentrație în diferite săruri, care variază mult de la o mare la alta; Marea Baltică 7 g/l, Marea Neagră 18 g/l, Marea Roșie 60 g/l. Media a circa 77 analize de apă de mare arată următorul conținut (în procente) pentru ionii din apa de mare: Cl — 55,29; Br — 0,19; SO_4 — 7,69; CO_3 — 0,21; Na — 30,59; K — 1,10; Ca — 1,20; Mg — 3,73.

Sărurile formate prin evaporarea apei de mare sînt în ordinea de depunere: carbonat de calciu, gips, sare gemă, polyhalit, kainit, kieserit, carnalit, bischofit. Depunerile de săruri de potasiu și magneziu sînt foarte rare și corespund unor condiții speciale de concentrare a apei de mare, caz în care ele formează intercalații subțiri în masa zăcămintelor de sare gemă.

În regiunile cu climă secetoasă apar la suprafața solului în unele zone eflorescențe de săruri în compoziția cărora intră și sarea gemă aceste sărături dispar în timpul ploilor și reapar odată cu seceta.

Sarea gemă se mai formează și prin sublimări din produsele volatile ale fumarolelor vulcanice; depunerea se face în crăpăturile și fisurile din crater sau din curgerile de lavă solidificată. Acest mod de geneză nu are importanță practică, deoarece în acest fel nu se produc acumulări. Ceea ce este interesant de remarcat pentru acest tip de geneză este conținutul ridicat de clorură de potasiu, ce se găsește în cristalele de sare gemă sub formă de soluție solidă. Sarea gemă care se formează în procesul de metamorfism constituie o masă cu structură fanerocristalină, care este pusă în evidență prin dimensiunile planelor de clivaj.

Ocurență. Depozitele saline din țara noastră sînt cantonate în formațiuni miocene, în care acumulările rezultate prin precipitare au luat naștere la două nivele, în aquitanian și în tortonian. Zăcămintele exploatabile de sare au caracterul de sîmburi diapiri, străpungînd formațiunile neogene mai noi, și sînt dispuse în două zone: zona subcarpatică, cu foste sau actuale exploatări la Cacica, Tîrgu Ocna, Slănic, Telega, Ocnele Mari, și zona intracarpatică, cu foste sau actuale exploatări la Ocna Șugatag, Praid, Ocna Sibiu, Ocna Mureș, Turda, Ocna Dej.

Halitul apare în cele mai multe cazuri în mase monominerale, foarte pure, de dimensiuni mari; rareori este asociat cu anhidrit sau, în cîteva puncte, cu săruri delicvescente. Deseori apare asociat cu material argilos, în aspecte variate, denumite „brecia sării".

În alte țări sînt importante depozitele de sare din U.R.S.S. din Ucraina, de la Zascita, Solikamsk etc. (bogate în săruri de K), apoi cele din R. D. Germană cum este zăcămîntul de la Stassfurt, cu o compoziție complexă (sare gemă și variate săruri de potasiu și magneziu), din R. P. Polonă de la Velicika, la SE de Cracovia. În Franța sînt cunoscute zăcămintele din Alsacia, aproape de Mulhouse, care conțin și săruri de potasiu și magneziu, și zăcămintele din Lorena, dintre Nancy și Luneville, din Franche-Comtè și din Pirinei; în Spania sînt cunoscute zăcămintele din regiunea sud-estică a M. Pirinei și coasta Catalonă, pînă la nord de orașul Barcelona, de asemenea cu conținuturi în săruri de potasiu și de magneziu; în S.U.A., cele din bazinul permian din extremitatea sud-estică a statului New Mexico, cele din Texas pe o zonă de cca. 80 km, unele asociate cu importante săruri de potasiu și de magneziu, cele de vîrstă siluriană din statele New York, Michigan, Kansas; în India, în zona nordică, în regiunea Pundjab, de-a lungul Munților Himalaya.

SILVINĂ KCl

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m 3 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 6{,}29$ Å; conține K_4Cl_4.

Habitus: cristale cubice, cub-octaedrice sau octaedrice; masiv, cruste granulare sau compacte; rar columnar. Forme principale: c (001), d (011),

o (111), k (025), m (113), n (112), w (148), z (247), s (123). *Macle:* (111) frecvente. *Clivaj:* (001) perfect; la o presiune de lungă durată manifestă fenomene plastice. *Spărtură:* neregulată. $H=2$. $G=1,993$. $F=790°C$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* alb, cenușiu, albăstrui, roșu-gălbui, roșu. Varietățile curate sînt perfect transparente și incolore. Culoarea alb-lăptoasă este determinată de incluziunile de gaze; varietățile de culoare roșu-aprins și roz sînt cristalosoli, a căror culoare este determinată de solzii minusculi de hematit, care la dizolvarea silvinei în apă rămîn sub formă de precipitat. *Conductibilitate termică:* mare. *Higroscopică.*

Proprietăți optice. În lumină transmisă silvina este incoloră și izotropă, cu fenomene de anomalie optică, cînd se observă culori de birefringență datorită presiunilor mecanice. Varietățile intens colorate prin incluziuni indică pleocroism clar. Indicii de refracție la 20°C, în funcție de λ, arată următoarele valori:

λ	A	B	C	D	E	F	G	H
n	1,48377	1,48597	1,48713	1,49031	1,49455	1,40830	1,50542	1,51061.

Ocurență. Silvina, la fel ca și sarea gemă, se formează în lacurile sărate, însă se întîlnește mult mai rar și nu în toate zăcămintele de sare gemă. Prin migrația soluțiilor superficiale, ea este absorbită într-o mare măsură în soluri. Din soluțiile saline precipită printre ultimele săruri și din această cauză este întîlnită în mod obișnuit în părțile superioare ale masivelor salifere. Uneori, silvina rezultă în urma descompunerii carnalitului, care se formează în condiții identice. Ca produs de sublimare se întîlnește pe pereții craterelor vulcanilor și în fisurile lavelor răcite.

În România se găsește în zăcămintele de săruri delicvescente din zona flișului (Tîrgu Ocna, Găleanu, Tazlău), în asociație cu sare gemă, carnalit, kainit, kieserit, picromerit, în cea mai mare parte de natură secundară.

Unul dintre cele mai mari zăcăminte de silvină din lume este zăcămîntul de vîrstă permiană de la Solikamsk. Conținutul în KCl variază de la 10 pînă la 35%. Importante sînt și zăcămintele de la Stassfurt și cele din nordul R. D. Germane; aceste zăcăminte sînt de asemenea de vîrstă permiană și au o compoziție destul de complexă, fiind alcătuite din compuși halogenați, sulfați și borați. Zăcăminte terțiare sînt exploatate în Alsacia, la nord de Mulhouse, Franța; în Spania, cele din oligocen, de pe coasta Cataloniei, la NV de Barcelona.

VILLIAUMIT NaF

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m 3 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,64$ Å; conține Na_4F_4.

Habitus: frecvent granular, masiv. Forme principale: c (001), d (011), o (111). *Clivaj:* (001) perfect. $H=2$. $G=2,79$. $F=980°C$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* roșu-carmin, iar produsul artificial pur, incolor. *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, incolor; cristalele artificiale se comportă izotrop; indicii de refracție, în lumină de Na, $n=1,327$. Varietățile naturale sînt colorate; sînt prezente fenomene de anomalii optice, iar mineralul se comportă uniax negativ; pleocroism puternic: ε=galben, ω= roz, roșu-carmin; izotrop la 300°C.

Ocurență. Apare în Guineea, în miarolite și în sienite nefelinice. În roci alcaline se găsește în tundra Hibin, Peninsula Kola (U.R.S.S.).

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,55 Å AgCl, a_0=5,77 Å AgBr; conține $Ag_4(Cl, Br)_4$.

Habitus: cristale cubice cu fețe (011) și (111) bine dezvoltate; uneori masiv, cruste cristaline de suprafață, mase columnare sau stalactitice, rar fibroase. Forme principale: a (001), d (011), o (111); la kerargirit în plus apar și k (114), n (112), p (122), ρ (144). *Macle:* (111) comune, îndeosebi la bromirit. *Spărtură:* neregulată sau semiconcoidală; ductil; uneori plastic. $H=1^1/_2$ (kerargirit), 2 (bromirit). G=5,556 (AgCl), 5,8—6 (AgBr). *Luciu:* rășinos sau adamantin. *Culoare:* incolor în momentul formării; în timp devine cenușiu, uneori galben, brun-verzui (bromirit); kerargiritul expus la lumină devine brun-violet sau roșu-purpuriu. F=455°C (AgCl); 434°C (AgBr).

Proprietăți optice. În lumină transmisă sînt incolore, galbene sau verzi. Izotrope; supuse presiunilor mecanice prezintă anomalii optice (birefringență); indicii de refracție pentru AgCl, $n_{(Na)}$=2,071 și pentru AgBr, $n_{(Na)}$=2,253.

Ocurență. Apar ca minerale secundare în zonele de oxidare ale zăcămintelor de Pb și Ag, formîndu-se în urma reacțiilor dintre produsele de oxidare ale mineralelor de argint și apele superficiale de infiltrație, care conțin clor. În mase mai însemnate sînt semnalate în regiunile cu climă aridă. Sînt cunoscute pseudomorfoze după argint nativ. Se asociază cu argint nativ, jarosit, wad și limonit; uneori cu ceruzit, atacamit, malachit, piromorfit, wulfenit.

În România kerargiritul se găsește în zona de oxidare a unor zăcăminte argentifere, legate de magmatismul neogen (Rodna, Săliște).

În alte țări kerargiritul a fost determinat în R. D. Germană la Johanngeorgenstadt, Freiberg, Schneeberg (Saxonia), în R. F. Germania la Andreasberg (în M. Harz), în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov (Boemia), în U.R.S.S. în M. Altai, în Franța, Spania, Italia, Anglia, în Chile la Caracolas, Huantajaya, Chanarcillo, în Argentina la Cerro Negro, în Bolivia la Potosi, în Peru, în Mexic la Zacatecas, în S.U.A. la Leadville (Colorado), Lacul Valley lîngă Silver City (New Mexico), la Tombstone (Arizona), la San Bernardino County (California), la Treasure Hill (Nevada) și în Idaho.

Bromiritul apare în U.R.S.S. în Ucraina, la Orenburg, apoi în Franța, Chile, Mexic și S.U.A. (Arizona).

2. TIPUL AX_2

FLUORINĂ CaF_2

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,46 Å; conține Ca_4F_8. Z=4; dimensiunile cresc odată cu creșterea proporției de substituire a Ca prin Y^{+3} și Ce^{3+}.

Habitus: frecvent cubic, octaedric, rar dodecaedric, deseori combinații o (111), a (001) și d (011) sau d (011) cu a (001), uneori cristale cu fața f (013) larg dezvoltată. Agregate granulare, cruste cristaline, mase compacte pămîntoase, rar cristale columnare, fibroase. Uneori cristalele ating 20—25 cm grosime; fețele de cub sînt de obicei netede, iar cele de octaedru sînt mate;

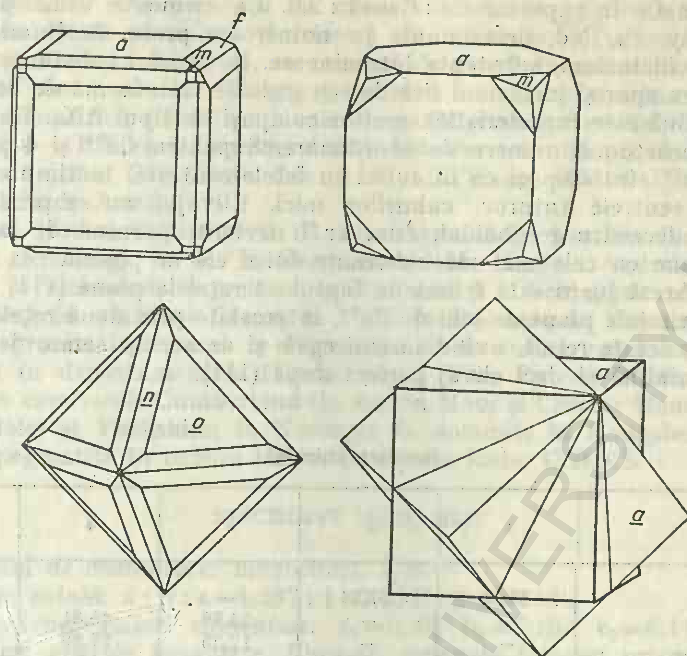


Fig. 71. Cristale de fluorină: a(001); m(110); o(111); f(013).

uneori fețele de cub sînt striate, paralel cu cele patru muchii, sau formează un desen de parchet. Masele pămîntoase sînt cunoscute sub numele de *ratovkit*. Forme principale: a (001), d (011), o (111), f (013), e (012), m (113), n (112), q (133), p (122), t (124), s (123). *Macle:* (111) de penetrație; rar, macla spinelului. *Clivaj:* (111) perfect, (011) foarte slab. *Spărtură:* concoidală. La o presiune unilaterală de lungă durată suferă deformație plastică. $H=4$. $G=3{,}18$; devine 3,3–3,6 odată cu creșterea conținutului în Y^3. $F=1\ 360°$. *Luciu:* sticlos, mat la unele varietăți. *Culoare:* variază, fiind transparent, incolor, galben, verde, verde-albăstrui, violet-albăstrui, uneori albcenușiu, albastru, purpuriu-închis, albăstrui-brun, brun, rar roz, roșu, rozroșcat. Culoarea dispare prin încălzire și revine prin expunere la raze röntgen. Cristalele incolore pot deveni violete prin acțiunea vaporilor de calciu metalic și a descărcărilor electrice. Aceasta sugerează ideea că, în unele cazuri, culoarea se datorește apariției în structura cristalină a atomilor de Ca^{2+} sau F^-. Prin expunerea fluorinei la razele catodice se observă de obicei o fluorescență violetă, cu o nuanță caracteristică albastru-verzuie. Fluorescența se manifestă și la încălzire (termoluminiscență).

Proprietăți optice. În lumină transmisă fluorina este incoloră sau colorată în verde, roșu; frecvent prezintă anomalii optice, cu o birefringență distribuită în mod lamelar. Indicii de refracție la 20°C: $n=1{,}4320$ (B), 1,4322 (Li), 1,4370 (F).

Chimism și structură. Este o fluorură de calciu, unde Ca poate fi substituit prin Y^{3+} și Ce^{3+}. Analizele (tabelul 106) arată (Y, Ce) : Ca=1 : 6 sau (Ce, Y) : Ca=1 : 5,2; substituirea Ca prin Y apare în raportul Y : Ca=1 : 1,87,

iar Ca prin Ce în raportul Ce : Ca=1 : 2,0. Ca elemente urmă pot apărea La, Sm, Dy, Pr, Nd, determinate pe numeroase probe de fluorină. Poate conține, ca incluziuni, substanțe bituminoase, în general substanțe organice; de asemenea apar și incluziuni lichide sau gazoase, sub formă de bule. Structura cristalină este caracteristică multor compuși de tipul AX_2. Ea se caracterizează prin două numere de coordonare, 8 pentru Ca^{2+} și 4 pentru F^-. Ionii de Ca^{2+} sînt dispuși ca în cubul cu fețele centrate, în timp ce ionii de F^- ocupă centrele tuturor cuburilor mici. Clivajul nu se produce după fața de dodecaedru romboidal, cum ar fi trebuit, pornind de la ideea că rețelele plane cu cele mai mari distanțe între ele ar poseda cea mai mică coeziune. Acest lucru este frînat de faptul că rețelele plane (111) apar constituite din rețele plane de ioni de Ca^{2+}, intercalate prin două rețele plane de ioni de F^-; aceste rețele, avînd sarcini egale și de același semn, determină o coeziune minimă și deci clivaj perfect după (111).

Tabelul 106

Analize chimice

	1	2	3	4	5
Ca	51,33	51,24	—	—	—
CaO	—	—	54,89	45,81	50,00
Y_2O_3	—	—	17,35	17,39	8,10
Ce_2O_3	—	—	1,68	9,94	16,45
F	48,67	48,29	45,54	41,64	25,45
Rez.	—	0,30	1,04	2,62	—
O=F	—	—	19,17	17,53	—
Total	100,00	99,83	101,33	99,87	100,00

1 — CaF_2. 2 — Corvara, Trentino (Italia), MgO=0,03, Fe=urme, SiO_2=0,05, loess==0,22. 3 — Y-fluorină; Hundholmen (Norvegia); alk=0,15, H_2O^-=0,22, loess=0,67. 4 — Y-fluorină; Tundra Hibin (U.R.S.S.); BaO=0,22, H_2O=2,40. 5 — Ce-fluorină; Falun (Suedia).

Ocurență. Se formează în cantități importante prin procese hidrotermale, însoțind deseori minereurile metalifere în filoane. Poate fi întîlnit în asociație cu cele mai variate minerale de origine hidrotermală. Apare de asemenea și în unele roci sedimentare, însă nu formează concentrații importante cu conținut mare în F^-.

Fiind un compus greu solubil în apă, CaF_2 precipită repede, sub formă amorfă, din soluțiile de săruri. De aceea, concentrațiile de fluorină, care iau naștere în faza precipitărilor chimice în ape marine, în etape inițiale, cum sînt depunerile de calcar, gips, anhidrit, sînt cu totul sporadice. Uneori, se întîlnește sub formă de neoformații în zona de oxidare a zăcămintelor de minereuri, sub formă de cristale idiomorfe, dezvoltate pe stalactitele de goethit. Fluorina este caracteristică și depozitelor pneumatolitice (greisene), ca mineral de temperatură ridicată, asociat casiteritului, uneori topazului, turmalinei, lepidolitului, apatitului și cuarțului; de asemenea poate fi întîlnită în pegmatite.

În România este prezentă ca mineral accesoriu pe diaclaze în rocile eruptive de vîrstă permiană și triasică din Dobrogea (Turcoaia, Cîrjelari, Hamcearca, Florești, Somova), ca mineral de gangă în mineralizațiile legate de lamprofirele mezozoice (Tulgheș), în mineralizații pirometasomatice din provincia banatitică (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Băița — Bihor) și în mineralizații hidrotermale din provincia magmatică neogenă (Ilba, Baia Sprie, Cavnic, Munții Țibleș, Rodna, Deva, Trestia. Stănija, Baia de Arieș).

În alte țări se întîlnește în R. D. Germană în Saxonia la Annaberg, Zschopau, Freiberg; în R. F. Germania în M. Harz la Andreasberg, apoi în calcare la Waldshut, în greisene la Zinnwald și la Schlaggenwald; în Elveția la Brienz în cantonul Berna; în Italia la Bolzano, la Trentino în Lombardia, în granite la Baveno în Piemonte, iar în tufuri vulcanice în Sicilia; în Franța în departamentele Haute-Savoie, Var, Pyu-de-Dôme; în Marea Britanie în comitatele Cumberland (la Alston Moor și Cleator Moor), Durham (la Weardale) și Yorkshire; în Norvegia în dolomite la Kongsberg și Telemark; în pegmatite în tundra Hibin, Peninsula Kola, U.R.S.S.

BISCHOFIT $MgCl_2 \cdot 6H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,387 : 1 : 0,8543; β=93°42′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,92; b_0=7,16; c_0=6,11 Å. Z=2.

Habitus: cristale granulare, fibroase, agregate foioase; prismatic [001]. Forme principale: a (100), m (110), r ($\bar{2}$01), o (111), c (001), s (201), u ($\bar{1}$11). *Macle:* secundar polisintetice. *Spărtura:* neregulată, semiconcoidală. *H*=1-2. *G*=1,604. *Culoare:* incolor, alb. *Luciu:* sticlos, uneori mat.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: α=b, $\beta \wedge c = 9^1/_2°$; indicii de refracție: α=1,495, β=1,507, γ=1,528; biax pozitiv, $2V_\gamma$=79°24′.

Ocurență. Este rar întîlnit în depozite saline, în zăcămîntul de la Stassfurt (R. D. Germană), ca mineral secundar, format mai frecvent pe seama carnalitului.

II. OXISĂRURI ȘI HIDROXIL SĂRURI HALOIDE

1. TIPUL $A_m(O, OH)_pX_q$

EGLESTONIT Hg_4OCl_2

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare a_0=8,04 Å; conține $Hg_{96}O_{24}Cl_{48}$. Z=2.

Habitus: cristale dodecaedrice, cu striațiuni pe fețele de dodecaedru, alungite după [001]; sînt frecvente și cristale octaedrice, cubice, cruste cristaline, mase compacte. Forme principale: a (001), d (011), o (111), ∅ (116), n (112), r (233), s (123), f (013), k (146), e (012), p (122), i (189), l (347), j (167), M (234), w (156). *Spărtură:* neregulată sau concoidală. $H = 2^1/_2$. *G*=8,33. *Luciu:* adamantin sau rășinos. *Culoare:* galben, galben-oranj, galben-brun, brun-negru. *Urmă:* galbenă sau verzuie.

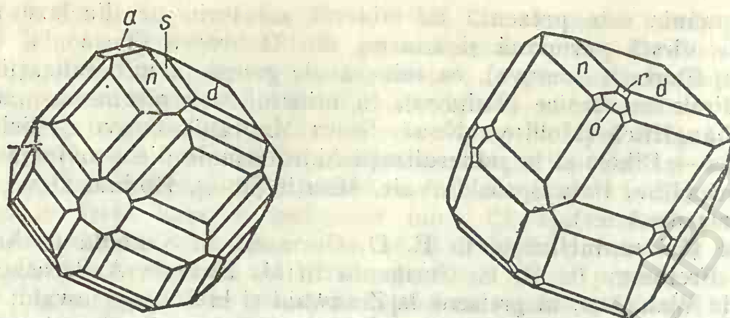


Fig. 72. Cristale de eglestonit: a(001); n(112); r(233); s(123); d(011); o(111).

Proprietăţi optice. În lumină transmisă, gălbui-brun, brun; izotrop, cu birefringenţă anomală; indicele de refracţie: n=2,49.

Ocurenţă. Este prezent în S.U.A. în depozitele de mercur de la Terlingua, Brewster County, Texas, asociat cu calomel, calcit, mercur nativ; de asemenea la Pike County, Arkansas, asociat cu cinabru, mercur nativ, calomel, precum şi la Palo Alto, San Mateo County, California. Se mai întâlneşte în mina Monarch, Transvaal, Republica Africa de Sud.

LAURIONIT Pb(OH)Cl

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,732 : 1 : 0,418.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,62, b_0=4,03, c_0=7,12 Å; conţine $Pb_4(OH)_4Cl_4$; izostructural PbFCl. Z=4.

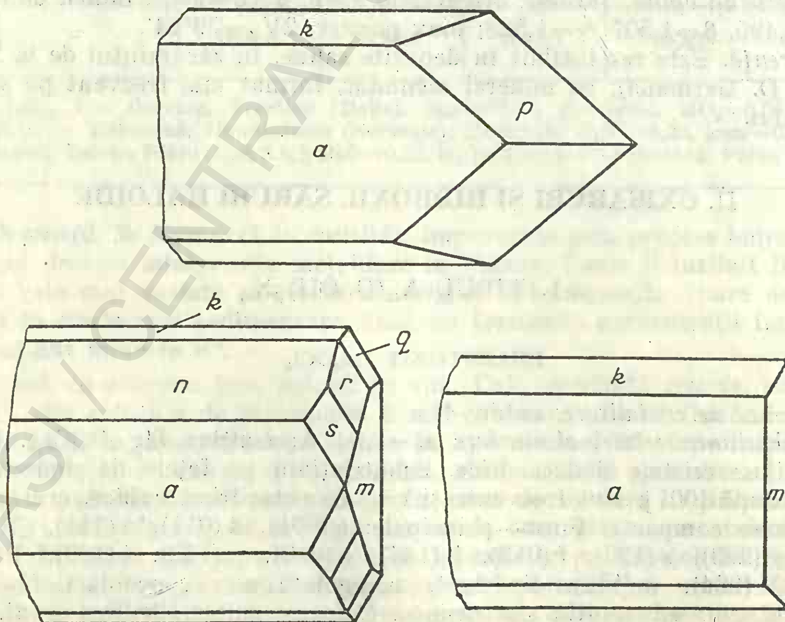


Fig. 73. Cristale de laurionit: a(100); k(101); m(110); n(201); r(311); p(812); q(211).

Habitus: alungiri [010] sau tabular (100); striuri pe (100) după [021]. Forme principale: c (001), a (100), d (110), k (101), n (201), q (211), r (311), p (812). *Clivaj:* (101) distinct. $H=3-3^1/_2$. $G=6{,}24$. *Luciu:* adamantin, sidefos (100). *Culoare:* incolor sau alb.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, incolor; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=a$, $\gamma=b$; indicii de refracție: $\alpha=2{,}080$, $\beta=2{,}116$; $\gamma=2{,}158$; biax probabil negativ, $2V_\alpha=82°$.

Ocurență. Se găsește la Laurium (Grecia), asociat cu paralaurionit.

ATACAMIT $Cu_2(OH)_3Cl$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,6617 : 1=0,7537.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6{,}02$; $b_0=9{,}15$; $c_0=6{,}85$ Å; conține în celulă $Cu_8(OH)_{12}Cl_4$. Z=2.

Habitus: cristale prismatice [001], pe fața (110) striuri în zona [001] sau [$\bar{1}$01]. Frecvent cristale tabulare (010), rar pseudooctaedrice cu dezvoltarea fețelor (110), (011); agregate cristaline, masiv, agregate granulare, fibroase. Forme principale: c (001), b (010), a (100), γ (150), s (120), l (230), m (110), β (210), e (011), g (031), h (201), r (111), q (221), z (331), M (123), n (121), j (190). *Macle:* (110) plan de maclă, rare, dublate sau triplate. Rotație de 120° sau 180°, prin fețele de maclă (950) și (544) complexe, de contact și de penetrație. *Clivaj:* (010) perfect, (101) slab. *Spărtură:* concoidală. $H=3-3^1/_2$. $G=3{,}760$. *Luciu:* adamantin sau sticlos. *Culoare:* variază, tonuri de verde, verde-închis, verde-negru. *Urmă:* verde-clar.

Proprietăți optice. Ușor colorat în verde; pleocroic: α=verde-pal, β=verde-gălbui, γ=verde-gras; orientarea: $\alpha=b, \beta=a, \gamma=c$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}831$, $\beta=1{,}861$, $\gamma=1{,}880$; biax negativ, $2V_\alpha=74°56'$.

Ocurență. Se găsește ca mineral secundar, format prin oxidarea mineralelor de cupru, fiind frecvent asociat cu malachit, cuprit, brochantit, cri-

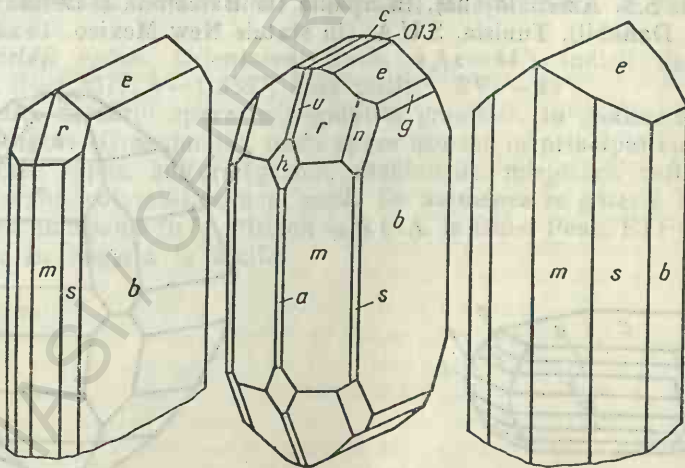


Fig. 74. Cristale de atacamit: c(001); m(110); b(010); r(111); e(011); s(120); n(121); g(031); a(100).

socol, gips, limonit. A fost determinat în Chile în deșertul Atacama, întîlnindu-se de asemenea și în provinciile Tarapaca și Antofagasta (la Chuquicamata). Apare în California la Bolco și El Toco; în sudul Australiei; în Italia în fumarole (Vezuviu și Etna); în U.R.S.S. în minele de la Turinsk și Bogoslovsk; în S.U.A. în Arizona la Bisbée și în Utah la Tintic.

III. SĂRURI HALOIDE COMPLEXE, ALUMINO-FLUORURI

1. TIPUL $A_mBX_3 \cdot xH_2O$

CARNALIT $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială: a : b : c=0,5930 : 1 : 1,384.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,56; b_0=16,05; c_0=22,56 Å; conține $K_{12}Mg_{12}Cl_{36} \cdot 72\ H_2O$. Z=12.

Habitus: cristale pseudohexagonale, piramidale, rar tabulare (0001), mase granulare masive. Forme principale: c (001), b (010), m (110), d (023), e (011), f (021), i (101), s (113), o (112), k (111). *Macle:* lamelare, secundare, K_1(110), K_2(1$\bar{3}$0), sub influența presiunii. *Clivaj:* nu se observă. *Spărtură:* concoidală. $H=2^1/_2$. G=1,602. *Luciu:* gras, uneori mat. *Culoare:* alb de lapte, uneori roșu datorită incluziunilor de hematit, rar galben sau albastru.

Proprietăți optice. Orientarea: α=c, β=b, γ=a; indicii de refracție: α=1,465–1,4665, β=1,474–1,4753, γ=1,496–1,4937; $2V\gamma$=70°03'–66°.

Ocurență. Asociat cu silvină, sare gemă, polihalit, kieserit, carnalitul apare în depozite evaporitice de tip marin, în R. D. Germană, R. P. Polonă, U.R.S.S. (R. S.S. Azerbaidjană), în Spania (la Barcelona și Lerida), Etiopia (Mt. Dallol, Danabil), Tunisia, S.U.A. (în statele New Mexico, Texas, Utah).

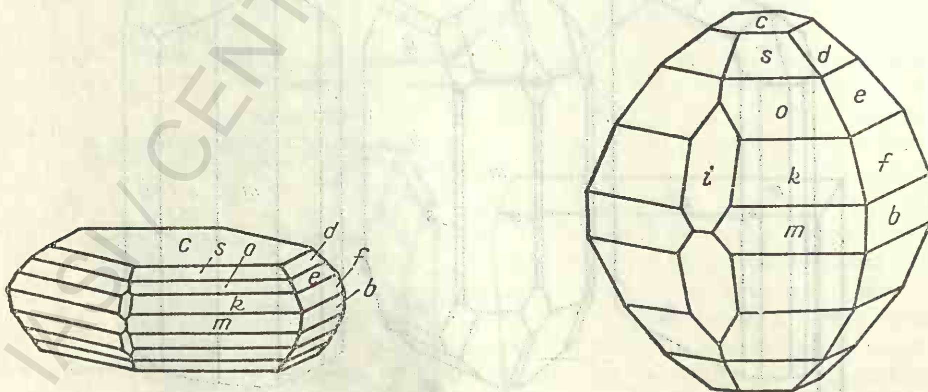


Fig. 75. Cristale de carnalit: c(001); s(113); o(112); b(010); m(110); d(023); e(011); f(021); k(111); i(101).

TAHIHIDRIT $CaMg_2Cl_6 \cdot 12H_2O$

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3.
Relația axială: a : c=1 : 1,900.
Habitus: mase masive; cristalele artificiale au forme romboedrice; forme comune c (0001) și r (10$\bar{1}$1). *Macle:* probabil secundare. *Clivaj:* (10$\bar{1}$1) perfect. *H*=2. *G*=1,667. *Culoare:* nuanțe galbene, uneori incolor. *Luciu:* sticlos.
Proprietăți optice. Incolor, galben-pal; indicii de refracție: ε=1,520, ω=1,512; uniax negativ.
Ocurență. Se găsește în Saxonia în depozite saline de potasiu, de tip marin, asociat cu silvină, sare gemă, anhidrit, bischofit.

IV. SĂRURI ALUMINO-FLUORURI

1. TIPUL OCTAEDRIC IZOLAT

CRIOLIT Na_3AlF_6

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,9662 : 1 : 1,3883; β=90°11′.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,47; b_0=5,62; c_0=7,82 Å; conține $Na_6Al_2F_{12}$. Z=2.
Habitus: frecvent masiv, granular, cristale prismatice scurte (001). Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), r (011), v (101), k ($\bar{1}$01), p (111), s (121). *Macle:* comune, polisintetice și de penetrație. *Clivaj:* absent (001), (110) întrerupt în urme. *Spărtură:* neregulată. *H*=$2^1/_2$—3. *G*=2,95. *Luciu:* sticlos, gras, sidefos (001). *Culoare:* alb, uneori brun, roșcat, roșu-carmin, roșu-negricios. *Urmă:* albă. F=1 020°; la 560° trece în formă cubică cu a_0=7,95 Å.
Proprietăți optice. Orientarea: β=b, $\alpha \wedge c$=44°; indicii de refracție: α=1,3396, β=1,3377; γ=1,3387; biax pozitiv, $2V_\gamma$=43°.
Ocurență. Criolitul apare în pegmatite granitice, în gnaise, fiind determinat la Ivigtut (Groenlanda), unde apare asociat în principal cu microclin, cuarț, siderit, topaz, sulfuri (galenă, molibdenit, mispichel, pirită), uneori și cu wolframit, columbit, zircon, mică. De asemenea se găsește în U.R.S.S. în M. Ilmen; în Spania în M. Pirinei; în S.U.A. la Riber Peak, El Paso County Colorado); în Nigeria la Kaffo.

CARBONAȚI

H																	
			C											N	O	F	
Na	Mg	Al												P	S		
K	Ca					Mn	Fe	Ca	Ni	Cu	Zn						
	Sr										Cd						
	Ba	La Lu											Pb	Bi			

CARACTERE GENERALE

În această clasă se cuprind sărurile corespunzătoare acidului oxigenat CO_3^{2-}. Toate aceste minerale sînt răspîndite în scoarța terestră în stare solidă și sînt produsele reacțiilor chimice, care se petrec în cele mai variate condiții geologice. În această clasă, se deosebesc în primul rînd, minerale anhidre și hidratate, care la rîndul lor pot fi: a) minerale acide; b) minerale neutre; c) minerale bazice și, în al doilea rînd, mineralele corespunzătoare sărurilor duble și cele corespunzătoare sărurilor cu compoziție variabilă, care apar în legătură cu izomorfismul izovalent și heterovalent.

Particularitatea cristalochimică constă în existența anionului CO_3^{2-}, în care atomul de carbon se situează în centrul unui triunghi echilateral, în vîrfurile căruia sînt situați atomi de oxigen. Legătura carbon-oxigen este de tip covalent, în timp ce legătura dintre această unitate și cationi este de tip ionic. Caracterul fundamental al acestei structuri este anizodermic, care se caracterizează printr-o putere de legătură mai ridicată în interiorul complexului și o legătură mai slabă între complex și cationi. Astfel, în structurile cristaline, grupele complexe reprezintă grupe compacte, ca particule constitutive independente. Independența lor se subliniază prin faptul că aceste grupe nu se descompun nici prin dizolvarea mineralelor. Stabilitatea

rețelei depinde în mare măsură de raportul dimensiunilor cationilor și anionilor complecși, ca particule constitutive.

Din clasa carbonaților fac parte un număr foarte mare de specii minerale, dintre care unele sînt relativ foarte răspîndite în natură, cum este de exemplu $CaCO_3$, care uneori formează depozite imense de origină sedimentară marină. Carbonații întovărășesc deseori și zăcămintele de minereuri metalifere, iar în unele cazuri prezintă singuri o valoare industrială. Anionul CO_3^{2-} poate da combinații mai mult sau mai puțin stabile cu cationii elementelor bivalente, cu raze ionice mijlocii și mari R″=Mg, Fe, Mn, Ca, Sr, Ba, Cu, Zn, Pb, combinații care apar deseori cu anioni suplimentari OH^- și Cl^-. Cationii monovalenți, prin dimensiunile razelor lor, pot forma carbonați anhidri numai cu condiția ca în structurile lor cristaline să intre și H^+, adică să formeze minerale acide. Carbonații metalelor trivalente sînt cunoscuți în general cu TR, avînd și anion suplimentar F^-. Cationii trivalenți, cu dimensiuni mici ale razelor, apar mai rar, frecvent fiind întîlnit Al^{3+}, dar care conduce de regulă la săruri duble sau săruri hidratate, combinații cu elemente bivalente. Nu se cunosc carbonați ai elementelor tetravalente și pentavalente. U, ca ion hexavalent, dă rar carbonat anhidru cu anion suplimentar O^{2-}, de exemplu $U(CO_3)O_2$, iar ceilalți carbonați cunoscuți sînt hidratați.

Carbonații au duritate nu prea mare, care de regulă variază între 3 și 5. Majoritatea sînt foarte solubili în apă, aceasta fiind o proprietate specifică carbonaților alcalini și bicarbonaților acestor elemente, ai căror cationi au raze ionice relativ mici sau, dimpotrivă, prezintă raze de dimensiuni foarte mari. Majoritatea carbonaților sînt aproape incolori sau prezintă culori palide, excepție făcînd carbonații cu cationi de tipul Cu^{2+}, care datorită structurii interne a cationilor dau unele colorații caracteristice, anume verde și albastru. Dintre proprietățile optice caracteristică este birefringența foarte ridicată.

Mineralele din această clasă pot fi de origină primară, formîndu-se îndeosebi prin procese hidrotermale, sau secundară, provenite prin procese de alterație și depunere, în special în bazine marine.

Tabelul 107

Clasificarea carbonaților

I. CARBONAȚI ACIZI
1. Tipul $AH(XO_3)$
Nahcolit $NaHCO_3$ Kalicinit $KHCO_3$ Teschemacherit $(NH_4)HCO_3$ Trona $Na_3H(CO_3)_2 \cdot 2\,H_2O$
II. CARBONAȚI NORMALI ANHIDRI
1. Tipul $A(XO_3)$
Grupa calcitului Calcit $CaCO_3$ Magnezit $MgCO_3$ Siderit $FeCO_3$

Rodocrozit $MnCO_3$ Cobaltocalcit $CoCO_3$ Smithsonit $ZnCO_3$ Otavit $CdCO_3$ Vaterit $CaCO_3$ *Grupa aragonitului* Aragonit $CaCO_3$ Witherit $BaCO_3$ Stronţianit $SrCO_3$ Ceruzit $PbCO_3$
2. Tipul $AB(XO_3)_2$ *Grupa dolomitului* Dolomit $CaMg(CO_3)_2$ Ankerit $Ca(Mg, Fe)(CO_3)_2$ Kutnahorit $Ca(Mn, Mg)(CO_3)_2$ Alstonit $CaBa(CO_3)_2$ Baritocalcit $CaBa(CO_3)_2$
3. Tipul variat de săruri duble Fairchildit $K_2Ca(CO_3)_2$ Shortit $Na_2Ca_2(CO_3)_3$
III. CARBONAŢI NORMALI HIDRATAŢI
1. Tipul $A(XO_3) \cdot xH_2O$ Termonatrit $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ Nesquehonit $MgCO_3 \cdot 3\ H_2O$ Trihidrocalcit $CaCO_3 \cdot 3\ H_2O$ Pentahidrocalcit $CaCO_3 \cdot 5\ H_2O$ Lansfordit $MgCO_3 \cdot 5H_2O$ Natron (Soda) $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ 2. Tipul variat de săruri duble hidratate Buetschlüt $K_6Ca_2(CO_3)_5 \cdot 6\ H_2O$ Pirssonit $Na_2Ca(CO_3)_2 \cdot 2\ H_2O$ Gaylussit $Na_2Ca(CO_3)_2 \cdot 5\ H_2O$ Schröckingerit $NaCa_3(UO_2)(CO_3)_3(SO_4)F \cdot 10\ H_2O$ Voglit U, Cu, Ca carbonat Bayleyt $Mg_2(UO_2)(CO_3)_3 \cdot 18\ H_2O$ Swartzit $CaMg(UO_2)(CO_3)_3 \cdot 12\ H_2O$ Andersonit $Na_2Ca(UO_2)(CO_3)_3 \cdot 6\ H_2O$ Liebigit $Ca_2U(CO_3)_4 \cdot 10\ H_2O$ Lantanit $(La, Ce)_2(CO_3)_3 \cdot 8\ H_2O$
IV. CARBONAŢI CONŢINÎND OXIDRIL SAU HALOGEN
1. Tipul $A_m(XO_3)_pZ_q$ Loseyit $(Mn, Zn)_7(CO_3)_2(OH)_{10}$ Zaratit $Ni_3(CO_3)(OH)_4 \cdot 4H_2O$ Hidrozincit $Zn_5(CO_3)_2(OH)_6$

	Auricalcit $(Zn, Cu)_5(CO_3)_2(OH)_6$ Rosasit $(Cu, Zn)_2(CO_3)(OH)_2$ Malachit $Cu_2(CO_3)(OH)_2$ Fosgenit $Pb_2(CO_3)Cl_2$ Bismutit $(BiO)_2(CO_3)$ Waltherit Bi — carbonat bazic Artinit $Mg_2(CO_3)(OH)_2 \cdot 3\ H_2O$ Azurit $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ Hidroceruzit $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$ Hidromagnezit $Mg_4(CO_3)_3(OH)_2 \cdot 3\ H_2O$ Rutherfordit $(UO_2)(CO_3)$? Sharpit $(UO_2)_6(CO_3)_5(OH)_2 \cdot 6\ H_2O$?
2. Tipul $A_mB_n(XO_3)_pZ_q$	
	Dawsonit $NaAl(CO_3)(OH)_2$ Northupit $Na_3Mg(CO_3)_2Cl$ Dundasit $PbAl_2(CO_3)_2(OH)_4 \cdot 4\ H_2O$ Alumohidrocalcit $CaAl_2(CO_3)_2(OH)_4 \cdot 2\ H_2O$ Beyerit $Ca(BiO)_2(CO_3)_2$ Parisit $Ce_2Ca(CO_3)_3F_2$ Cordilit $Ce_2Ba(CO_3)_3F_2$ Sinchisit $CeCa(CO_3)_2F$ Bastnäsit $Ce(CO_3)F$ Ancilit Sr, Ca, Ce carbonat
V. DIFERIŢI CARBONAŢI	
	Tihit $Na_6Mg_2(CO_3)_4(SO_4)$ Bradleyit $Na_3Mg(CO_3)(PO_4)$ Leadhillit $Pb_4(CO_3)_2(OH)_2(SO_4)$ Susanit $Pb_4(CO_3)_2(OH)_2(SO_4)$

I. CARBONAŢI ACIZI

NAHCOLIT $NaHCO_3$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

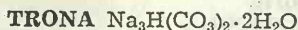
Relaţia axială: a : b : c=0,7645 : 1 : 0,3582; β=93°19′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,53; b_0=9,72; c_0=3,54 Å; β=93°19′; conţine $Na_4H_4(CO_3)_4$. Z=4.

Habitus: cristale prismatice [001], cu feţe dominante (110) şi (010), frecvent cu feţe terminale (101) şi (111), agregate sau mase foioase. Forme caracteristice: b (010), n (120), m (110), r (101), s ($\bar{1}$01), o (111). *Macle:* (101) comună şi (010) de penetraţie. *Clivaj:* (101) perfect, (111) bun, (100) slab. *Spărtură:* concoidală. *H*=2¹/₂. *G*=2,21. *Luciu:* sticlos, răşinos, pe planul de clivaj. *Culoare:* alb, cenuşiu, datorită impurităţilor. *Urmă:* incoloră.

Proprietăți optice. Incolor. Orientarea: $\alpha \wedge c=27°$, $\beta=b$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}375$, $\beta=1{,}505$, $\gamma=1{,}583$; $2V_{\alpha}=75°$; planul axelor optice $\perp$ (101).

Ocurență. Apare în concreșteri intime cu trona, termonatrit și tenardit, de regulă ca eflorescențe, în Italia la Stufe de Nerone, aproape de Neapoli și în concreștere cu tenarditul la Vezuviu; în S.U.A. la Garfield în statul Colorado. Apare în urma reacției dintre CO_2 și vaporii de apă încărcați cu termonatrit și trona.



TRONA $Na_3H(CO_3)_2 \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=2,843 : 1 : 2,949; $\beta=103°29'$.

Habitus: prisme alungite [010], turtite (001). Fața (h01) striuri paralele [010], rar în cristale, frecvente mase fibroase, columnare. Forme caracteristice: c (001), a (100), ρ (304), e (101), s ($\bar{3}$02), p (111), o ($\bar{1}$11), r (211). *Clivaj:* (100) perfect și ($\bar{1}$11), (001) imperfect. $H=2^1/_2-3$. $G=2{,}14$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor, alb-gălbui, cenușiu.

Proprietăți optice. Incolor. Orientarea: $\alpha=b$, $\gamma \wedge c=83°$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}412$, $\beta=1{,}492$, $\gamma=1{,}540$; $2V\alpha=76°16'$ (λ_{Na}).

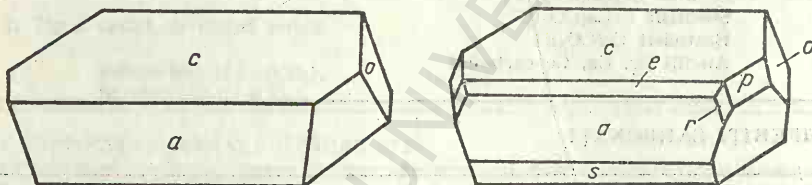


Fig. 76. Cristale de trona: a(100); c(001); s($\bar{3}$02); r(211); p(111); o($\bar{1}$11); e(101).

Ocurență. Apare în depozite saline produse prin evaporarea apei, ca eflorescențe, în regiuni aride. Se asociază termonatritului, halitului, glauberitului, tenarditului, mirabilitului, gipsului. Se găsește în depozite de carbonați în Valea Nilului (R. A. Egipt), apoi la Fezzan lîngă Tripoli (Libia), în depozitele lacului Ciad, în regiunea Kilimandjaro, în depozitele lacurilor Tanganiyka și Magadi. De asemenea, în lava Vezuviului. În S.U.A. apare la Laramie (Wyoming), la Soda Lake (Nevada).

II. CARBONAȚI ANHIDRI NORMALI

1. TIPUL $A(XO_3)$

A. Grupa calcitului

Mineralele cele mai importante din această grupă sînt calcitul, dolomitul, magnezitul, sideritul, rodocrozitul și smithsonitul. Cristalizează în sistemul trigonal și prezintă frecvent serii izomorfe între ele. Carbonatul de calciu este dimorf, cristalizînd și în sistemul trigonal și în sistemul rom-

Tabelul 108

Principalele constante ale mineralelor din grupa calcitului

	Calcit	Magnezit	Siderit	Rodocrozit	Smithsonit
Relaţia axială a : c	1 : 0,8543	1 : 0,809	1 : 0,819	1 : 0,826	1 : 0,806
Dimensiunea celulei elementare: a_0 c_0	4,99 17,06	4,584 14,920	4,720 15,430	4,737 15,570	4,653 15,028
Chimism	$6(CaCO_3)$	$6(MgCO_3)$	$6(FeCO_3)$	$6(MnCO_3)$	$6(ZnCO_3)$
Clivaj	$(10\bar{1}1)$	$(10\bar{1}1)$	$(10\bar{1}1)$	$(10\bar{1}1)$	$(10\bar{1}1)$
Duritate (H)	3	4	4	4	5
Greutate specifică (G)	2,6–2,8	3,009	3,960	3,690	4,430
Proprietăţi optice: indici de refracţie: ε ω uniax	1,486 1,658 negativ	1,509 1,700 negativ	1,635 1,875 negativ	1,597 1,816 negativ	1,625 1,850 negativ

bic. În sistemul trigonal cristalizează carbonaţii cu cationii cu raze ionice mai mici decît ai Ca^{2+}. Structura cristalină este de tipul NaCl, cubul fiind însă presat de-a lungul axei A^3, astfel încît, unghiurile dintre feţe devin egale cu 101°55′, obţinîndu-se reţeaua romboedrică cu feţele centrate prin ioni de Ca, care de fapt ocupă locurile ionilor de Na, iar grupurile CO_3^{2-} ocupă locurile ionilor de Cl^-. Astfel, aşezarea ionilor corespunde cu dispoziţia cubică compactă, avînd o poziţie puţin deformată a particulelor constitutive.

CALCIT $CaCO_3$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relaţia axială: a : c=1 : 0,8543; α=101°55′; λ=74°55′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,99; c_0=17,06 Å; conţine $Ca_2(CO_3)_2$ în celula romboedrică. Z=2.

Habitus: aspecte cristalografice foarte variate: prisme [0001] cu faţă dominantă $(10\bar{1}0)$, $(11\bar{2}0)$; feţe terminale (0001), $(10\bar{1}2)$, $(21\bar{3}1)$; forme tabulare (0001), cu feţe laterale $(10\bar{1}0)$, romboedri turtiţi $(01\bar{1}2)$, romboedri obtuzi $(02\bar{2}1)$, $(40\bar{4}1)$, $(05\bar{5}4)$, scalenoedrii $(21\bar{3}1)$, mai rar $(31\bar{5}1)$, bipiramide

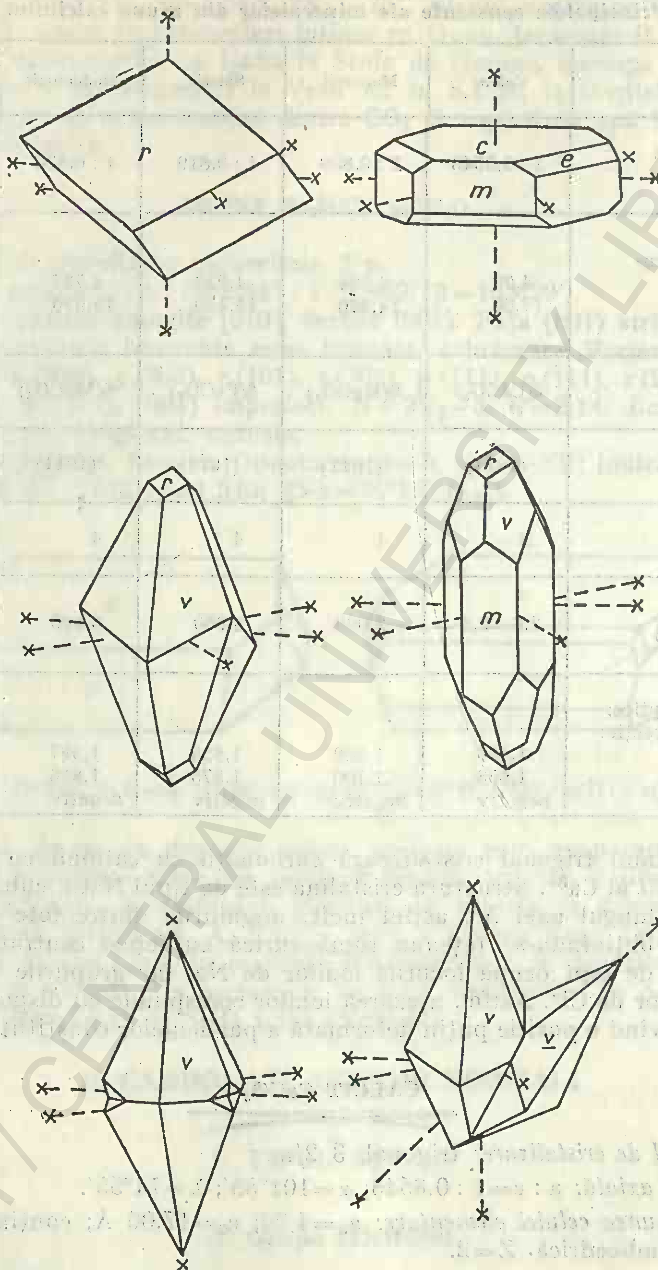


Fig. 77. Cristale de calcit pinacoid: c(0001); m(10$\bar{1}$0); r(10$\bar{1}$1); e(01$\bar{1}$2); v(21$\bar{3}$1).

cu fețe dominante $(8.8.\bar{16}.3)$, romboedri $(10\bar{1}1)$.

$(0001)\wedge(10\bar{1}1)=44°38'$ $\quad$ $(01\bar{1}0)\wedge(01\bar{1}2)=63°44'$

$(10\bar{1}1)\wedge(\bar{1}101)=74°57'$ $\quad$ $(21\bar{3}1)\wedge(3\bar{1}\bar{2}1)=35°35'$

$(40\bar{4}1)\wedge(\bar{4}401)=114°10'$ $\quad$ $(0001)\wedge(02\bar{2}1)=63°08'$

Frecvent se întîlnesc agregate macrogranulare de calcit transparent sau semitransparent, prezentînd clivaj perfect în diferitele granule. Rareori este semnalat calcit asbestiform, cu luciul mătăsos, a căror fibre sînt dispuse ⊥ pe pereții fisurilor din roci. Sînt cunoscute formațiunile stalactice și stalagmitice din peșterile de calcare. Agregatele masive granulare în mase compacte se numesc *marmore*. Varietățile criptocristaline compacte constituite din calcit, uneori stratificate și bogate în organisme, se numesc *calcare*. Varietățile obținute prin depunerea din izvoare termale, cînd se formează dungi fine, compacte și semitransparente, avînd desene deosebite, sînt cunoscute sub numele de *onix de marmoră*.

Macle: a) plan de maclă (0001) comună; b) plan de maclă $(01\bar{1}2)$ foarte comună; c) plan de maclă $(10\bar{1}1)$ comună; d) plan de maclă $(02\bar{2}1)$ foarte rară. *Clivaj:* $(10\bar{1}1)$ perfect, $(01\bar{1}2)$, (0001) slab. *Spărtură:* concoidală, greu de realizat. $H=3$; variază cu direcția. $G=2{,}71$; variază în funcție de gradul de puritate chimică; în cazurile în care este prezent Fe^{2+}, pentru Ca : Fe= 4 : 1, greutatea specifică este 2,96, iar pentru varietățile cu Mn, la proporția de Ca : Mn=1 : 1, greutatea specifică este 3,21. *Luciu:* sticlos, sidefos pe suprafețele de clivaj, gras în spărtură. *Culoare:* incolor la varietățile perfect transparente, iar în cazurile amestecurilor izomorfe este colorat în galben, brun, roșu, roz, violet, albastru-pal, cenușiu, negru; cînd prezintă diseminări de clorit este verde; diseminările de fier imprimă colorații roșii-brune. *Urmă:* albă, cenușie. *Translații. Fenomene de luminiscență.*

Proprietăți optice. Incolor; indicii de refracție variază în funcție de lungimea de undă folosită și de temperatură (tabelul 109).

Tabelul 109

Indicii de refracție ai calcitului la 15°C și λ diferite

λ	ε	ω	λ	ε	ω
795,00	1,64886	1,48216	396,16	1,68329	1,49777
706,56	1,65207	1,48353	303,42	1,71958	1,51364
589,31	1,65835	1,48639	257,31	1,76050	1,53012
527,01	1,66341	1,48870	226,51	1,81303	1,54914
486,14	1,66783	1,49074	214,44	1,84582	1,55992

Indicii de refracție pentru λ=588,99 la 20°C: ε=1,65838, ω=1,48645. Indicii de refracție variază de asemenea funcție de compoziție (tabelul 110).

Tabelul 110

Variația indicilor funcție de compoziție

	$CaCO_3$ pur	Ca : Mn=2 : 1	Ca : Mn=1 : 1	Ca : Fe=4 : 1
ε	1,658	1,711	1,737	1,701
ω	1,486	1,523	1,542	1,515

Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	56,03	55,74	48,82	22,15
MgO	—	0,11	—	2,72
FeO	—	0,04	—	0,29
MnO	—	0,04	6,21	16,67
CO_2	43,97	43,95	42,62	42,08
Rez.	—	0,07	1,59	0,08
Total	100,00	99,95	99,24	100,47

1 — $CaCO_3$. 2 — Joplin (Missouri); Rez. $ZnO=0,01$, $Ce_2O_3=0,007$, $(La, Dy, Sm)_2O_3=0,012$, $(Y, Er)_2O_3=0,013$, $SiO_2=0,032$. 3 — Langban (Suedia); Rez. $BaO=1,59$. 4 — Franklin (New Jersey).

Este uniax negativ. Uneori prezintă anomalii optice; biax cu $2V \approx 5-10°$, la 30°C.

Chimism-structură. Prezintă polimorfism: modificaţia denumită *vaterit* (μ-calcit), metastabilă, modificaţia *elatalit* (α $CaCO_3$) caracteristică temperaturilor şi presiunilor ridicate şi modificaţia *aragonit.* Analizele chimice sînt prezentate în tabelul 111. Poziţiile cationului Ca în reţeaua calcitului pot fi substituite, prin diferire elemente, obţinîndu-se serii complete, de exemplu cu rodocrozitul, unde Ca este substituit cu Mn, sau serii izomorfe limitate, cu sideritul, smithsonitul, cobalto-calcitul, unde Ca este substituit cu Fe, Zn, Co. Substituiri caracteristice sînt date şi de Ba, Sr şi Pb. Mg nu intră în reţeaua calcitului decît la temperaturi înalte şi în proporţii mici. Ca elemente urmă se pot întîlni Al, Ni, V, Cr, Mo şi TR, precum şi materii organice.

Se cunosc varietăţi determinate de impurităţile mecanice intrate în timpul creşterii sau de aspectele morfologice. În primul caz deosebim manganocalcitul, ferocalcitul, zincocalcitul, plumbocalcitul, baricalcitul, stronţianocalcitul, calcitul dolomitic. În cazul al doilea deosebim calcitul comun, calcitul fibros, lamelar, concreţionar (oolite, pisolite). Spatul de Islanda este varietatea romboedrică perfect transparentă.

Geneză. Este unul din cele mai răspîndite minerale din scoarţa terestră, formînd uneori masive importante. Rezultă din variate procese geologice. Prin cristalizare din soluţii hidrotermale calcitul apare în filoane printre ultimele minerale.

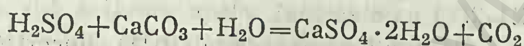
În zăcămintele metasomatice de contact se formează fie prin redepuneri, fie prin recristalizarea calcarelor. Din izvoare minerale, calcitul se depune asociat de regulă cu aragonit, determinînd apariţia formaţiunilor cunoscute sub numele de *tufuri calcaroase.* În cantităţi mici este întîlnit destul de frecvent pe fisurile şi cavităţile din zonele de oxidare ale zăcămintelor de minereuri, sub formă de mineral de neoformaţie. În aceste cazuri el se formează din mobilizarea Ca din mineralele endogene, sub acţiunea bioxidului de carbon prezent în soluţiile de alterare. Migrarea se realizează sub formă de bicarbonat; sub această formă poate să migreze la distanţe mari dacă nu

întîlnesc pe parcurs condiţii prielnice depunerii carbonatului fie sub formă de carbonat cristalin, fie coloidal.

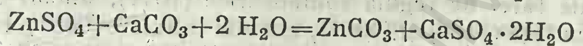
Formaţiile stalactitice din peşterile calcaroase sînt rezultate în urma precipitării carbonatului de calciu din soluţii saturate, infiltrate încet în spaţiile goale. Aceste soluţii, scurgîndu-se sub formă de picături de pe tavanul peşterii, pierd apa prin evaporare, se suprasaturează şi formează depuneri coloidale sub formă de stalactite, care se consolidează treptat şi recristalizează prin deshidratare ulterioară. Prin sedimentare se pot forma mase enorme de $CaCO_3$, iniţial sub formă de mîluri calcaroase, alcătuite din plante marine şi organisme nevertebrate cu schelet calcaros. Toate aceste depuneri se transformă mai tîrziu în calcare.

Calcarele oolitice se formează probabil prin coagularea soluţiilor coloidale de carbonat de calciu în jurul granulelor în suspensie şi a bulelor de gaze din apa agitată a mărilor. Formarea actuală a oolitelor din bazinele marine are loc în zonele litorale de mică adîncime ale mărilor tropicale şi subtropicale. Aceste oolite sînt constituite la început din aragonit, care mai tîrziu se transformă în calcit.

În zona de alteraţie, calcitul este un mineral relativ puţin stabil. În reacţiile de dublă descompunere se observă deseori înlocuirea calcitului cu alte minerale: gips, dolomit, smithsonit, malachit. Astfel:



$$H_2SO_4+CaCO_3+H_2O=CaSO_4 \cdot 2H_2O+CO_2$$



$$ZnSO_4+CaCO_3+2\,H_2O=ZnCO_3+CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

Pe suprafaţa calcarelor, în zona apelor freatice saturate în carbonat de calciu se observă deseori depuneri de hidroxizi de fier coloidali, silice coloidală, care uneori substituie calcarele.

Ocurenţă. Calcitul este un mineral foarte răspîndit, fiind prezent în variate formaţiuni geologice, atît în asociaţie cu alte minerale cît şi formînd roci monominerale.

În România se întîlneşte în complexele cristaline, sub formă de calcare cristaline şi marmore, în Carpaţii Orientali (munţii Rodnei, Bistriţei, Hăghimaş), în Carpaţii Meridionali (munţii Făgăraş, Poiana Ruscă), în M. Apuseni (în munţii Bihor şi Trascău). De asemenea apare în numeroase formaţiuni sedimentare, mai ales mezozoice (M. Perşani, Codru-Moma, Dobrogea nordică), jurasice (munţii Hăghimaş, Perşani, Piatra Craiului, Parîng, Retezat, Bihor, Pădurea Craiului şi Dobrogea centrală), cretacice (munţii Rarău, Ceahlău, Bucegi, Mehedinţi, zona Reşiţa, munţii Metaliferi, Trascău, Bihor, Pădurea Craiului şi Dobrogea sudică), paleogene (bazinul Maramureş, nord-vestul bazinului Transilvaniei, bazinul Cîmpulungului) şi miocene (rama bazinului Transilvaniei), precum şi în skarnele legate de eruptivul banatitic (zona Dognecea — Moldova Nouă, M. Drocea, Bihor). Se mai întîlneşte ca gangă în cele mai multe filoane hidrotermale legate de eruptivul neogen (munţii Oaş, Gutîi, Ţibleş, Rodna, Metaliferi), iar uneori apare în cristale frumos dezvoltate, cu habitusuri interesante şi culori variate. Frecvent se întîlneşte, ca produs al metamorfismului hidrotermal, în toate rocile provinciei magmatice neogene. Cristale frumoase au fost descrise la Corund, Masivul Sebeş, Întregalde, Cheia, Reşiţa, Anina, Moldova Nouă, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Băiţa Bihor, Cavnic, Căraciu, Ruda Barza, Baia de Arieş, Cataloi.

Spatul de Islanda se găsește în U.R.S.S. în Asia Centrală Sovietică. Cele mai renumite cristale sînt în Islanda, în rocile bazaltice, în Anglia în comitatele Cumberland, Du rham, Lanchashire.

De asemenea se găsește în M. Harz la Andreasberg, în Saxonia la Freiberg și Schneeberg, în R. S. Cehoslovacă la Přibram, în Italia la Tivoli, în Suedia la Långban, în Norvegia la Kongsberg.

Creta este un calcar afînat cu resturi de foraminifere. În România se întîlnește la Basarabi. În U.R.S.S. apare în diferite regiuni ale Platformei Ruse.

Marmorele, agregate granulare compacte, frumos colorate, apar în România la Rușchița, Moneasa, Porumbacu, Arpaș, iar calcar marmorean la Albești.

Celebre sînt zăcămintele de marmoră din Italia de la Carrara și din Grecia de la Paros și Pentelikon.

MAGNEZIT $MgCO_3$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 0,809; $\alpha=103°18^1/_2'$; $\lambda=72°36'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,584$; $c_0=14,92$ Å; conține $Mg_2(CO_3)_2$ în celula romboedrică. Z=2.

Habitus: cristale rare, de regulă romboedrice $(10\bar{1}1)$, uneori $(01\bar{1}2)$, rar prismatice [0001], cu fețe $(11\bar{2}0)$ și (0001), cristale tabulare (0001), rar scalenoedrice. Cruste fin granulare, mase compacte masive, mase pămîntoase, agregate fibroase, lamelare. Forme principale: c (0001), m $(10\bar{1}0)$, a $(11\bar{2}0)$, r $(10\bar{1}1)$, f $(02\bar{2}1)$, v $(21\bar{3}1)$. În zonele alterate, extrem de caracteristice sînt masele porțelanoase metacoloidale, amintind deseori forma de conopidă $(10\bar{1}1)\wedge(\bar{1}101)=72°33'$, $(0001)\wedge(10\bar{1}1)=43°06'$. *Clivaj:* $(10\bar{1}1)$ perfect. *Spărtură:* concoidală. $H=3^3/_4-4^1/_4$. $G=3,00$; pentru $MgCO_3$ pur variază liniar cu conținutul în Fe, care substituie Mg; pentru raportul Mg : Fe=1 : 1 valoarea este de 3,48. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor, pentru cristalele transparente; diferite culori: alb, cenușiu, alb-gălbui, brun în funcție și de impuritățile chimice. *Urmă:* aproape albă. *Translații* caracteristice T (0001), t $(10\bar{1}1)$.

Proprietăți optice. Incolor; indicii de refracție: $\varepsilon=1,515$, $\omega=1,704$, pentru $MgCO_3$ pur; pentru Mg : Fe=1 : 1, n=1,788. Uniax negativ.

Chimism. Este un carbonat de Mg, unde Mg poate fi substituit prin Fe, formînd o serie continuă cu sideritul. Mn și Ca de asemenea substituie Mg; raportul Mn : Mg=1 : 9,3, iar Ca : Mg=1 : 8,9; un alt element care substituie magneziul este Co; raportul Co : (Mg, Fe)=1 : 15. Ni intră în cantități mai puțin interesante. Ca impuritate mecanică poate apare SiO_2.

Ocurență. Magnezitul are o răspîndire mult mai redusă decît a calcitului, dar deseori este întîlnit în mase compacte considerabile. Unele din aceste concentrații se formează pe cale hidrotermală și sînt constituite din mase granulare cristaline de magnezit, cimentate cu dolomite și calcare dolomitice. Astfel de zăcăminte s-au format pe cale metasomatică prin levigarea magneziului și depunerea lui, sub formă de magnezit, din soluțiile alcaline fierbinți, în complexele dolomitice de origine sedimentară. Concentrații de magnezit criptocristalin iau naștere, de asemenea, în urma proceselor de alterare ale masivelor de roci ultrabazice. Se formează, astfel, o pătură groasă realizată

Tabelul 112

Analize chimice

	1	3	3
CaO	—	—	0,43
MgO	47,81	47,53	46,62
FeO	—	—	0,56
MnO	—	—	0,12
CO_2	52,19	51,45	51,93
Rez.	—	0,72	—
Total	100,00	99,70	99,66

1 — $MgCO_3$ 2 — Baudissero (Piemonte — Italia); $Al_2O_3=0,06$, $Fe_2O_3=0,05$, $H_2O^+=0,48$, $H_2O^-=0,13$. 3 — Eguas Bahia (Brazilia).

prin procese de oxidare și de hidroliză a silicaților de magneziu, care sînt descompuși sub acțiunea apelor încărcate cu CO_2. Hidroxizii de fier, care se formează simultan, se concentrează spre suprafață, în timp ce Mg cu SiO_2 se depune în orizonturile inferioare ale zonei de alterare. Magnezitul se întîlnește și în depozitele sedimentare de sare, apariția lui fiind determinată de reacția dintre $MgSO_4$ și Na_2CO_3.

În România apare ca produs hidrotermal în serpentinite paleozoice (Șinca Nouă, Masivul Parîng, Tișovița, Eibenthal), în filoane metalifere neogene ca mineral de gangă (Rodna, Stănija), în sedimente lacustre actuale (Techirghiol). Feromagnezitul a fost citat la Cîrlibaba și la Anina.

În U.R.S.S. sînt cunoscute zăcămintele din M. Ural de la Satka, de origine hidrotermal-metasomatică, și de la Halilovsk, formate prin alterarea rocilor ultrabazice.

Magnezitul se mai găsește în Cehoslovacia, Austria, Grecia (în insula Eubeea), în R. S. F. Iugoslavia (în Serbia Orientală), Spania (la Reinosa în provincia Santander și la Sierra de Gador în provincia Almeria), în Norvegia (la Snarum), Suedia (la Norbotten), India (la Salem-Madras), Algeria (la Djebel Hadifa), Republica Africa de Sud (Transvaal), Zair (în provincia Shaba) și în Brazilia (la Bom Jesus, Meiras).

SIDERIT $FeCO_3$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : b = 1 : 0,819; $\alpha=103°05^1/_2'$; $\lambda=73°00'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,72$; $c_0=15,43$ Å; conține $Fe_2(CO_3)_2$ în celula romboedrică. Z=2.

Habitus: cristale romboidale $(10\bar{1}1)$, frecvent $(01\bar{1}2)$ sau $(02\bar{2}1)$ și $(40\bar{4}1)$, cristale tabulare (0001), prismatice [0001] sau scalenoedrice. Forme caracteristice: c (0001), m $(10\bar{1}0)$, a $(11\bar{2}0)$, r $(10\bar{1}1)$, M $(40\bar{4}1)$, e $(01\bar{1}2)$, f $(02\bar{2}1)$, s $(05\bar{5}1)$, y $(32\bar{5}1)$, v $(21\bar{3}1)$, β $(24\bar{6}1)$; $(10\bar{1}1) \wedge (\bar{1}101)=73°00'$, $(0001) \wedge (05\bar{5}1)=78°03'$. *Macle:* $(01\bar{1}2)$ lamelare, necomune; (0001) rare. *Clivaj:* $(10\bar{1}1)$ perfect. *Spărtură:* neregulată sau concoidală. $H=4-4^1/_2$. $G=3,7-3,9$ pentru

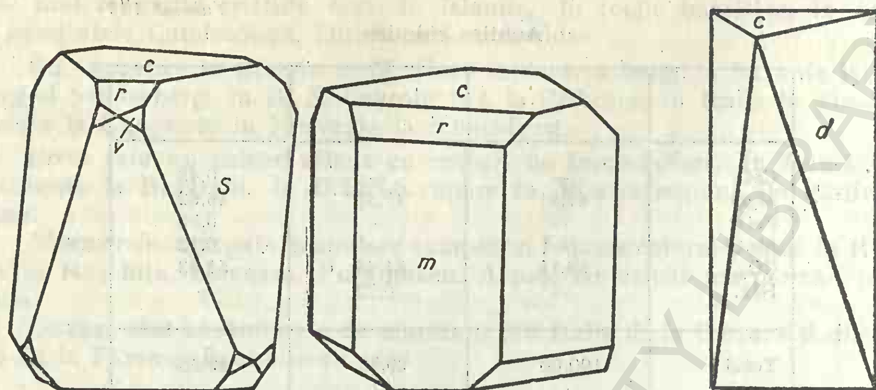


Fig. 78. Cristale de siderit: c(0001); r(10$\bar{1}$1); s(05$\bar{5}$1); v(21$\bar{3}$1).

$FeCO_3$ pur şi descreşte liniar odată cu substituirea Fe prin Mn, Mg, Ca; pentru raportul Mg : Fe=1 : 1 greutatea specifică este 3,48, iar pentru Fe : Mn=1 : 1 este 3,83. *Luciu:* sticlos, uşor sidefos la agregatele tipice. *Culoare:* brun-gălbui, brun-cenuşiu, brun, brun-roşcat, uneori cenuşiu, cenuşiu-gălbui, cenuşiu-verzui, verde-pal, brun-închis, culorile fiind uneori determinate şi de procesele de oxidare parţială. *Urmă:* albă. *Translaţii.*

Proprietăţi optice. Colorat în galben şi brun-gălbui, uneori incolor. Indicii de refracţie descresc liniar odată cu substituirea Fe prin Mg, Ca, Mn (tabelul 113). Uniax negativ.

Tabelul 113

Variaţia indicilor de refracţie la siderit

$FeCO_3$ (pur)	Mn : Fe=1 : 1	Mg : Fe=1 : 1	Ca : Fe=1 : 2
ε 1,875	1,845	1,788	1,803
ω 1,633	—	—	—

Chimism. Carbonat de fier, unde Mn şi Mg substituie Fe, conducînd la serii continue cu rodocrozitul şi magnezitul. Ca substituie Fe, raportul Ca : (Fe, Mg)=1 : 3,4. Co este nelipsit în substituirile Fe raportul Co : (Fe ...) = =1 : 6,7; Zn apare în cantităţi mai mici.

Ocurenţă. Se formează în general în condiţii reducătoare şi se întîlneşte în zăcăminte de diferite tipuri genetice. Este citat în zăcăminte hidrotermale de temperaturi relativ joase, în zăcăminte filoniene de sulfuri de cupru, plumb, zinc, în zăcăminte metasomatice de contact de forme neregulate, unde, în afară de sulfuri, se întîlnesc magnetitul şi hematitul. Se cunosc acumulări de siderit sedimentar în lagune sau în golfurile bazinelor marine, formarea lor fiind legată de condiţiile reducătoare existente în porţiunile

Tabelul 114

Analize chimice

	1	2	3
CaO	—	urme	0,10
MgO	—	1,05	0,13
MnO	—	1,30	1,12
FeO	62,01	58,98	61,08
CO_2	37,99	38,07	38,19
Rez.	—	0,59	—
Total	100,00	99,99	100,62

1 — $FeCO_3$. 2 — Wölch (Carinthia — Austria); 3 — Camborne (Cornwall — Marea Britanie).

mai adînci ale zonelor litorale marine, sărace în oxigen şi bogate în bioxid de carbon şi hidrogen sulfurat rezultat prin descompunerea resturilor organice şi a substanţelor proteice. Minereurile sedimentare posedă uneori structură oolitică tipică.

În România apare în şisturi cristaline de cele mai multe ori în lentile concordante cu acestea, asociate frecvent cu calcare cristaline sau apare ca gangă în zăcăminte de sulfuri sau în mineralizaţii manganifere (Răzoare, Petrova, Băile Borşa, Cîrlibaba, Ciocăneşti, Iacobeni, Şaru Dornei, Fundu Moldovei, Bădeni, M. Sebeş, Teliuc, Ghelar, Vadu Dobrii, Ruşchiţa, Globu Rău, Teregova, Lipova, Armeniş, M. Drocea, Remetea, Cîrjelari), în mineralizaţii legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra), în zăcăminte de contact legate de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Dognecea, Vaţa de Sus, Băiţa — Bihor), ca mineral de gangă în zăcăminte hidrotermale neogene de sulfuri sau aurifere (Săsar, Herja, Baia Sprie, Cavnic, Băiuţ, Tîrgu Lăpuş, M. Ţibleş, Băile Borşa, Rodna, Săcărîmb, Baia de Arieş), ca lentile formate prin procese de substituţie cu caracter teletermal (Lueta, Vlăhiţa, Băile Homorod, Mădăraş, Tuşnad-Băi, Vîrghiş, Biborţeni) şi în sedimente de diferite vîrste (Anina, Doman, Cîmpulung, Sadova Nouă, Bucşoaia, Găineşti, Leordina, Căpuşul Mic).

Zăcăminte importante apar în alte ţări, în strate de cărbuni, în: Marea Britanie (Scoţia, Wales), Austria (în Styria şi Carinthia), R. D. Germană (la Freiberg, în M. Harz, în Thuringia), Italia (la Traversella), Franţa (la Allevard — departamentul Isère), Spania (la Bilbao).

RODOCROZIT $MnCO_3$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relaţia axială: $a : c = 1 : 0,826$; $\alpha = 103°04^1/_2'$; $\lambda = 72°59^1/_2'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 4,73$; $c_0 = 15,51$ Å; conţine $Mn_2(CO_3)_2$ în unitatea romboedrică. Z=2.

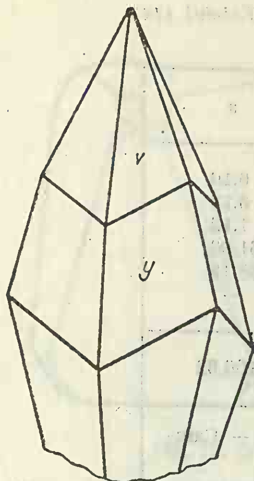


Fig. 79. Cristale de rodocrozit: v(21$\bar{3}$1); y(32$\bar{5}$1).

Habitus: cristale romboedrice (10$\bar{1}$1), frecvente (01$\bar{1}$2), rar forme scalenoedrice; cristale tabulare (0001) sau prismatice [0001]. Fețele (11$\bar{2}$0) și (21$\bar{3}$1) au striuri după (1$\bar{1}$01). Fețele sînt deseori curbe, în formă de șa sau de lentile. Agregatele sînt de obicei granulare, reniforme, sferoidale, cu structură radiară sau sferulitică. Se cunosc agregate baccilare și mase pămîntoase. Forme principale: c (0001), m (10$\bar{1}$0), a (11$\bar{2}$0), r (10$\bar{1}$1), M (40$\bar{4}$1), e (01$\bar{1}$2), f(0$\bar{2}$21), s (05$\bar{5}$1), y (32$\bar{5}$1), v (21$\bar{3}$1). *Macle:* (01$\bar{1}$2) lamelare. *Clivaj:* (10$\bar{1}$1) perfect, (01$\bar{1}$2), imperfect. *Spărtură:* neregulată sau concoidală. $H=4.G=3{,}70$ pentru $MnCO_3$ pur; variază linear între 3,3—3,6 prin existența în chimism a Fe, Mg, Ca sau Zn, ca elemente substituind Mn. *Luciu:* sticlos, sidefos în agregate. *Culoare:* variază de la roz la roșu-roz, roșu, existînd și varietăți colorate în cenușiu-galben, brun, în funcție de impuritățile conținute. *Urmă:* albă. *Translații.*

Proprietăți optice. Colorat în roz-pal. Uniax negativ; indicii de refracție variază liniar în funcție de chimism.

Tabelul 115

Variația indicilor de refracție la rodocrozit

$MnCO_3$ pur	Mn : Fe=1 : 1	Mn : Ca=1 : 1	Mn : Mg=2 : 1
ε 1,816 ω 1,597	1,845	1,737	1,777

Chimism. Carbonat de mangan, unde Fe și Ca substituie Mn, conducînd la serii continue cu sideritul și calcitul. Mg substituie și el Mn în proporții limitate; raportul Mg: (Mn, Fe)=1 : 1,93; există o serie binară cu magnezitul. Și Zn substituie Mn; raportul Zn : (Mn, Ca)=1 : 1,24; de asemenea este prezent Co, Cd.

Analize chimice *Tabelul 116*

	1	2	3
CaO	—	0,28	1,10
MgO	—	0,33	4,50
FeO	—	1,16	0,06
MnO	61,71	59,11	54,60
CO_2	38,29	37,89	39,74
Rez.	—	0,82	—
Total	100,00	99,59	100,00

1 — 2 $MnCO_3$. 2 — John Reed, Alicante (Colorado). 3 — Philipsburg (Montana).

Ocurență. Apare în zăcăminte hidrotermale filoniene sau metasomatice, unde rodocrozitul este asociat cu sulfurile și cu silicații de mangan, cristalizînd după braunit, cuarț, baritină. Uneori formează filoane de rodocrozit în zăcămintele de minereuri polimetalice. Rodocrozitul se întîlnește și în zăcăminte sedimentare marine de mangan; depunerile de rodocrozit și opal s-au format la o anumită depărtare de litoral, în porțiunile mai adînci ale bazinelor, unde, datorită lipsei oxigenului, descompunerii resturilor organice și prezenței CO_2, se creează mediul reducător necesar apariției rodocrozitului. În aceste zăcăminte, rodocrozitul conține de obicei Ca, Fe, Mg, sub formă de amestecuri izomorfe, și se asociază cu sulfuri de fier, manganocalcit, opal etc.

În România apare în parageneză cu rodonitul și cu alți oxizi de mangan, supergen, în zăcăminte manganifere metamorfozate regional, asociate, în general, cuarțitelor grafitoase, în masivele de șisturi cristaline (Răzoare, Ciocănești, Iacobeni, Vatra Dornei, M. Rarău, Șaru Dornei, Broșteni, Borca, M. Sebeș, Globu Rău, Delinești), ca mineral de gangă în zăcăminte hidrotermale de sulfuri polimetalice sau aurifere, legate de magmatismul banatitic (Dognecea, Băița — Bihor) sau cel neogen (Ilba, Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Rodna, Săcărîmb, Crăciunești, Căraciu, Ruda Barza, Zlatna, Bucium, Roșia Montană, Baia de Arieș) și în mineralizații din roci sedimentare terțiare, fără legătură vizibilă cu corpul magmatic (Pleși). În ocurență cu rodocrozitul este citat și *ponitul* (ferorodocrozit, în care raportul Mn : Fe este 5 : 1) și mai rar *oligonitul* (varietate de rodocrozit cu fier) la Broșteni, Dealul Fierului, în zona localității Vatra Dornei. Ca mineral de gangă în mineralizațiile de temperaturi joase, asociat argintului, plumbului, zincului și cuprului apare la Ljubija (R. S. F. Iugoslavia), la Freiberg (R. D. Germană), la Siegen (R. F. Germania), la Vielle Aure în Hautes Pyrenées și la Cabesses în departamentul Ariège (Franța), la Moët-Fontaine, în pod. Ardeni (Belgia), în M. Ural și la Krasnoiarsk (U.R.S.S.), la Catamarca și la Rioja (Argentina). În S.U.A. se întîlnește la Butte (Montana) lîngă Philipsburg și la Park City, Marysvale, Bingham (Utah).

COBALTOCALCIT $CoCO_3$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 0,81; α=103°210′; λ=72°32′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0: 4,67; c_0=15,13 Å; conține $Co_2(CO_3)_2$ în celula romboedrică.

Habitus: cristale rare, mase sferoidale, mase cu dispoziții concentrice, mase cu structură radiară, cruste. Forme principale: c (0001), m (10$\bar{1}$0), p (10$\bar{1}$1), m' (40$\bar{4}$1), w (0773). *Clivaj:* (10$\bar{1}$1) foarte slab. *H*=4. *G*=4,13. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* roșu, roz, superficial culori cenușii, brune. *Urmă:* roșie, roz.

Proprietăți optice. Este dicroic: violet, roșu, roz; indicii de refracție: ε=1,855, ω=1,600; uniax negativ.

Chimism. Co poate fi substituit prin Ni, Fe, Ca, uneori Cu.

Ocurență. Se întîlnește în R. D. Germană la Schneeberg, asociat eritrinei și annabergitului, în filonașe cu mineralizații de Ni și Co, precum și în Italia, la Libiola, la Valle de Neva, în Liguria.

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.
Relația axială: a : c=1 : 0,806; α=103°38′; λ=72°20′.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,65; c_0=14,95 Å; conține $Zn_2(CO_3)_2$ în celula romboedrică. Z=2.

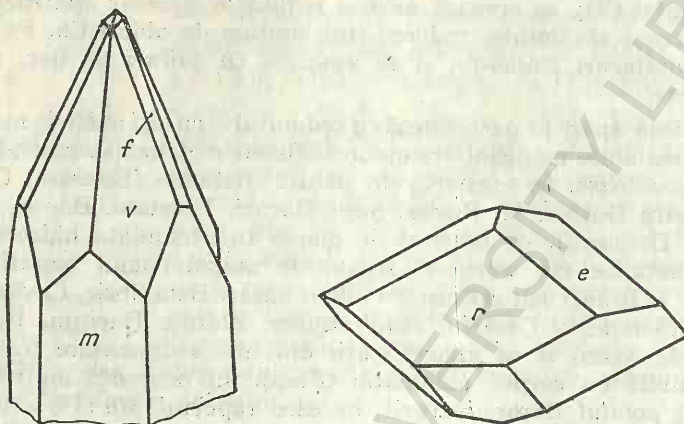


Fig. 80. Cristale de smithsonit: m(10$\bar{1}$0); e(01$\bar{1}$2); r(10$\bar{1}$1); f(02$\bar{2}$1); v(21$\bar{3}$1).

Habitus: rar în cristale, romboedric (10$\bar{1}$1) sau (02$\bar{2}$1), în general fețele cu muchiile curbe, rar forme scalenoedrice, mase granulare compacte, material friabil, mase pămîntoase. Forme principale: c (0001), m (10$\bar{1}$0), a (11$\bar{2}$0), r (10$\bar{1}$1), e (01$\bar{1}$2), f (02$\bar{2}$1), v (21$\bar{3}$1). *Clivaj:* (10$\bar{1}$1) aproape de perfect. *Spărtură:* neregulată, concoidală. H=5. G=4,43 pentru varietatea pură. *Luciu:* sticlos, sidefos pe suprafețele de mineral. *Culoare:* alb-cenușiu, cenușiu-închis. verde, alb-brun; varietăți colorate diferit, în verde, verde-albăstrui, albăstrui, cenușiu-albăstrui, galben; rar incolor și transparent. *Urmă:* albă. *Translații.*

Proprietăți optice. Incolor; indicii de refracție pentru diferite valori ale lui λ variază (tabelul 117).

Tabelul 117

Proprietăți optice

λ	Li	C	Na	Tl	F
ε	1,842	1,843	1,848	1,855	1,862
ω	1,619	1,619	1,621	1,624	1,627

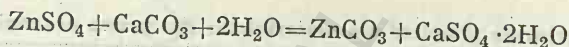
Chimism. Carbonat de zinc. Fe substituie permanent Zn; sînt prezenți de asemenea frecvent Co, Cu, Mn, Ca, Cd, Mg, Pb; limitele de substituire variază în funcție de condițiile locale. Ge a fost determinat în urme.

Analize chimice *Tabelul 118*

	1	2	3	4	5	6
CaO	—	0,27	0,44	—	urme	2,90
MgO	—	0,45	—	7,22	—	—
CuO	—	—	3,48	1,65	6,09	—
FeO	—	0,58	urme	0,33	urme	33,00
MnO	—	0,01	urme	3,36	—	1,40
PbO	—	—	urme	—	0,98	—
CdO	—	—	0,16	—	0,50	—
ZnO	64,90	63,18	60,97	39,02	57,99	26,30
CO_2	35,10	35,35	35,12	36,94	34,22	37,30
Rez.	—	0,04	—	11,65	—	—
Total	100,00	99,88	100,17	100,17	99,78	100,90

1 — $ZnCO_3$. 2 — Broken Hill (Rhodesia); Rez. H_2O^-. 3 — Kelly (New Mexico), 4 — Boleo Lower (California); Rez. CoO=10,25, H_2O=1,29, Cl=0,11. 5 — Zirianovski (M. Altai — U.R.S.S.). 6 — Zn — siderit (Altenberg — R. D. Germană).

Ocurență. Se găsește ca mineral secundar în zona de oxidare a diferitelor depozite de minereuri localizate în calcare. Uneori formează concentrații mari, mai ales pe pereții laterali ai corpurilor de minereu. Se formează printr-un proces metasomatic, în urma reacției dintre sulfatul de zinc ușor solubil și carbonatul de calciu:



$$ZnSO_4 + CaCO_3 + 2H_2O = ZnCO_3 + CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

Această reacție se produce după ce întregul exces de acid sulfuric din soluțiile de alterare este neutralizat prin carbonatul de calciu. Dacă sulfatul feros se găsește în soluție, atunci smithsonitul format va conține sub formă de amestec izomorf $FeCO_3$, uneori în cantități mari. Fe-smithsonitul, în zonele bogate în oxigen, se descompune cu separarea hidroxizilor de fier ce se redepun. Aceste mase de smithsonit pigmentate cu hidroxizi de fier se deosebesc foarte puțin de masele poroase sau afînate de limonit.

Ca mineral supergen smithsonitul se întîlnește în România în zona de oxidare a unor zăcăminte plumbifere legate de fundamentul cristalin (Rodna), de magmatismul triasic (Somova), de cel banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Dognecea, Băița — Bihor) sau de cel neogen (Cavnic, Săcărîmb).

Mase de smithsonit apar la Laurium în Grecia, la Moresnet în Belgia, la Bleiberg în Austria, în Sardinia, în departamentele Gard și Hérault (la St. Laurent du Minier) din Franța, la Broken Hill în Rhodesia, la Tsumeb în Namibia. În S.U.A. apare în statele Pennsylvania (la Friedensville și Bamford), Missouri (la Granby și Joplin), Iowa, Arkansas, Illinois, Colorado, Utah.

OTAVIT $CdCO_3$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.
Relația axială: a : c = 1 : 0,8363.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,91$; $c_0=16,24$ Å; conţine $Cd_2(CO_3)_2$ în celula romboedrică.

Habitus: rar cristale romboedrice (10$\bar{1}$1). *Luciu:* adamantin. *Culoare:* alb, brun-gălbui şi roşcat. $G=4,96$.

Ocurenţă. Se găseşte la Tsumeb în Namibia.

VATERIT $CaCO_3$

Sistemul de cristalizare: hexagonal.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,120$; $c_0=8,556$ Å; conţine $Ca_2(CO_3)_2$. $Z=6$.

Habitus: la microscop cristale plate hexagonale, cristale scheletice, mase sferulitice, fibroase. $G=2,645$.

Proprietăţi optice. Indicii de refracţie: $\varepsilon=1,55$, $\omega=1,65$.

Chimism. Stare polimorfă a calcitului; este instabil; se converteşte în prezenţa apei în aragonit, apoi în calcit.

Ocurenţă. A fost determinat în pisolite, ca rezultat al activităţii biogene. Numele de vaterit este înlocuit şi prin μ-calcit şi vaterit-β, varietăţi determinate în sferulite de calcit şi aragonit.

B. Grupa aragonitului

Termenii acestei grupe cristalizează în sistemul rombic. Au o structură cristalină caracteristică, în care ionii de la Ca^{2+} şi CO_3^{2-} sînt dispuşi potrivit celei mai compacte aşezări hexagonale. Acest lucru determină simetria pseudo-

Tabelul 119

Constantele structurale şi optice ale materialelor din grupa aragonitului

Proprietăţi		Aragonit	Witherit	Stronţianit	Ceruzit
Relaţia axială a : b : c		0,623 : 1 : : 0,7200	0,6032 : 1 : : 0,7302	0,6090 : 1 : : 0,7239	0,6100 : 1 : : 0,8437
Dimensiunea celulei elementare (Å):	a_0	4,95	5,26	5,13	5,15
	b_0	7,96	8,85	8,42	8,47
	c_0	5,73	6,55	6,09	6,11
H		$3^1/_2$—4	3—$3^1/_2$	$3^1/_2$	3—$3^1/_2$
G		2,947	4,29	3,76	6,55
Proprietăţi optice: $\lambda=587,57$ $T=20°C$	α	1,5306	1,529	1,5181	1,7928
	β	1,6807	1,676	1,6624	2,0598
	γ	1,6852	1,677	1,6640	2,0618
	2Vα	18°15′	16°	7°03′	9°04$^1/_2$′

hexagonală observată la maclele ciclice — unghiurile dintre fețele de prismă la cristalele izolate sînt puțin diferite de 60°, respectiv 120°. În rețeaua aragonitului fiecare grup de CO_3^{2-} este înconjurat de 6 ioni de Ca. Structura mai compactă a aragonitului se reflectă și în greutatea specifică, mai ridicată decît cea a calcitului.

ARAGONIT $CaCO_3$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,623 : 1 : 0,7200.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,95; b_0=7,96; c_0=5,73 Å; conține $Ca_4(CO_3)_4$. Z=4.

Habitus: cristale rare; deseori prismatic [001] sau tabular după (010); acicular; fețele terminale sînt în formă de deltă. Pinacoidul bazal este acoperit de striațiuni || [100]. Agregatele sînt reprezentate prin concreșteri baccilare, radiare, stelare ale indivizilor cristalini. Este întîlnit de asemenea sub formă de cruste cristaline, stalactitice, mase sferoidale, uneori cu structură oolitică; sînt caracteristice florile de fier în formă de tulpini împletite și ramificate, de culoare albă. Unghiurile dintre formele principale:

(010) ∧ (110)=58°06′	(011) ∧ (0$\bar{1}$1)=71°33′
(001) ∧ (111)=53°45′	(010) ∧ (091)= 8°46′

Macle: (110) comune; sînt răspîndite de asemenea maclele ciclice cu aspect pseudohexagonal și maclele complexe polisintetice (fig. 261 b, c).

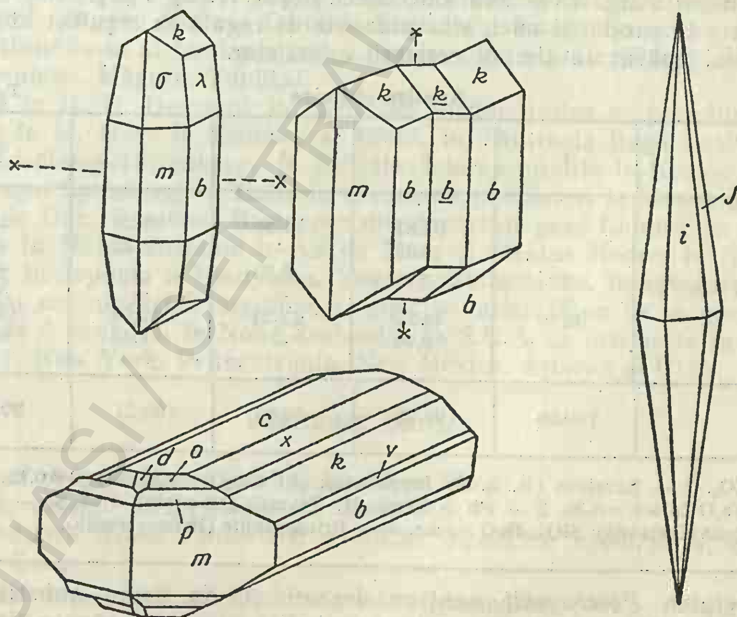


Fig. 81. Cristale de aragonit: b(010); m(110); k(011); λ(091); σ(991); c(001); x(012); i(021); 0(112); v(031); p(111); d(102).

Clivaj: (010) distinct, (110), (011) nedefinit. *Spărtură:* semiconcoidală. $H=3^1/_2-4$. $G=2{,}947$; crește odată cu mărirea conținutului în Pb. Astfel, pentru un conținut de aproximativ 5% PbO, G este 3,0. Este mai scăzută pentru varietățile fibroase. *Luciu:* sticlos, iar pe suprafețe de spărtură rășinos. *Culoare:* incolor sau alb. *Urmă:* incoloră. *Translații.* Coeficient de elasticitate 10^{-13} cm²/dyne.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=a$, $\gamma=b$; indicii de refracție variază în funcție de λ și de temperatură (tabelul 120). Biax negativ.

Tabelul 120

Variația proprietăților optice la diferite temperaturi ($\lambda=587{,}57$)

T	20°	120°	220°	320°
α	1,5306	1,5288	1,5276	1,5263
β	1,6807	1,6783	1,6758	1,6731
γ	1,6852	1,6826	1,6798	1,6768
$2V_\alpha$	18°15′	17°55¹/₂′	17°24¹/₂′	16°49′/₂′

Chimism. Stare polimorfă a $CaCO_3$, mai instabilă decît calcitul la atmosfera și temperatura ordinară. Aragonitul prezintă o compoziție chimică variabilă. Sr substituie frecvent Ca, în proporții limitate, raportul fiind Sr : Ca= 1 : 25. De asemenea Pb substituie Ca, întîlnindu-se de regulă de la 2% pînă la 6% PbO (raportul Pb : Ca=1 : 12). Este prezent și Zn, uneori atingînd o proporție de 10%. Ba substituie de asemenea Ca, iar analizele arată permanent prezența Mg. În general CuO, FeO, Fe_2O_3, Al_2O_3, P_2O_5, SiO_2, elemente determinate în proporții mici, sînt prezente de regulă ca rezultat al amestecului intim, apărut în timpul creșterii cristalelor.

Analize chimice *Tabelul 121*

	1	2	3	4	5
CaO	56,03	54,81	51,96	52,30	52,80
SrO	—	0,30	—	3,87	—
PbO	—	—	5,23	—	—
ZnO	—	—	—	—	3,07
CO_2	43,97	44,22	42,24	42,62	43,06
Rez.	—	0,96	—	1,42	0,53
Total	100,00	100,29	99,43	100,21	99,46

1 — $CaCO_3$. 2 — Sarajevo (R. S. F. Iugoslavia); $(Al, Fe)_2O_3=0{,}32$, $MgO=0{,}12$, $H_2O=0{,}22$, Na_2O în sol.=0,30. 3 — Pb — aragonit; Tsumeb (Namibia). 4 — Sr. — aragonit, Otago (Noua Zeelandă); SiO_2, BaO -urme. 5 — Friedensville (Pennsylvania).

Varietatea *Pb-aragonit* conține deseori și Zn, care substituie Pb, raportul fiind Pb : Ca=1 : 12; cristalele indică structuri zonare; indicii de refracție cresc odată cu creșterea conținutului în Pb; se asociază de regulă ceruzitului și malachitului.

Ocurență. Aragonitul este răspîndit în natură mult mai puţin decît calcitul. Este un mineral de temperatură foarte joasă, care se formează în ultimele faze ale proceselor hidrotermale, astfel explicîndu-se prezenţa lui în fisurile rocilor ultrabazice serpentinizate, independente de acţiunea proceselor superficiale. Aşa se formează şi cristale mici, aciculare, de aragonit în cavităţile situate în mijlocul masivelor de bazalt neatinse de alteraţie şi rareori în marmore, lave vulcanice şi în depunerile izvoarelor minerale termale suprasaturate în $CaCO_3$, sub formă de tufuri calcaroase sau de pisolite (de exemplu, pisolitele de la Karlovy Vary din R. S. Cehoslovacă). În general, aragonitul se formează şi în cursul diferitelor procese exogene, deseori cu participarea diferitelor săruri de magneziu dizolvate. Este foarte răspîndit în pătura de alteraţie a rocilor eruptive ultrabazice, bogate în magneziu, sub formă de agregate radiare şi de stalactite uneori de dimensiuni mari, asociat cu dolomit, gips, substanţe argiloase şi alte minerale de origină exogenă. În cavităţi se întîlneşte sub formă de cristale mici concrescute cu limonit şi sub formă de „flori de fier" în complexele de gips, în zăcămintele de sulf nativ.

Păturile interioare de sidef ale majorităţii cochiliilor de moluşte sînt formate din plăci foarte subţiri de aragonit, paralele cu suprafaţa cochiliei. Granulele de nisip care pătrund în scoicile perliere sînt îmbrăcate în strate de carbonat de calciu, impurificate cu substanţe organice, dînd naştere în acest fel perlelor.

În România apare ca produs al unor soluţii hidrotermale, în zăcăminte de geneze diferite, legate de şisturi cristaline (Tîrgu Lăpuş, Ciocăneşti, Şaru Dornei, Ghelar, Someşu Rece), de serpentinite paleozoice (M. Trascău, Turda), de magmatismul banatitic (Moldova Nouă, Dognecea, Ocna de Fier, Vaţa de Jos, Băiţa — Bihor, Căpuşu Mic, Trestia), de magmatismul neogen (Băiuţ, Băile Borşa, Rodna, Corund, Săcărîmb, Fizeş, Techerău, Almaşu Mare), întîlnindu-se şi în depunerile unor izvoare actuale (Turia, Covasna, Băile Herculane, Măgura, Topliţa).

Apare în R. D. Germană în cavităţile rocilor bazice ca pseudomorfoze după gips în M. Harz la Eisleben şi Ilfeld, în Thuringia lîngă Saalfeld; în Austria la Lölling-Hüttenberg; în Cehoslovacia ca pisolite la Karlovy Vary; în arhipelagul Spitzberg; în Italia la Cianciana (Sicilia) şi la Monte Somma; în Franţa la Dax, Pouillon, Bastennes din departamentul Landes; în Spania la Aragon; în Marea Britanie la Alston Moor şi Cleator Moore; în Namibia la Tsumeb; în Japonia la Kuriyama, Yuzawa, Shimotsuke, în agregate nodulare, asociat cu mineralele argiloase şi gips; o varietate cu Sr se găseşte în apropiere de Alexandra, în Noua Zeelandă. În S.U.A. se întîlneşte în statele New Jersey, New York, Pennsylvania, New Mexico, Arizona şi Utah.

WITHERIT $BaCO_3$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,6032 : 1 : 0,7302.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,26; b_0=8,85; c_0=6,55 Å; conţine $Ba_4(CO_3)_4$. Z=4.

Habitus: bipiramide pseudohexagonale, prismatice [001], tabulare sau lenticulare. Se mai întîlneşte sub formă de mase sferoidale, compacte, uneori agregate fibroase, foioase sau în vinişoare. Forme principale: c (001), b (010), m (110), x (012), k (011), i (021), l (031), n (041), F (114), o (112), p (111).

Macle: (110) frecvent ciclice. *Clivaj:* (010) şi (110) imperfect, uneori (112) foarte slab. *Spărtură:* neregulată. $H=3-3^{1}/_{2}$. $G=4{,}291$. *Luciu:* sticlos, răşinos în spărtură. *Culoare:* alb sau cenuşiu, uneori galben, brun sau verde. *Urmă:* albă.

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}529$, $\beta=1{,}676$, $\gamma=1{,}677$; biax negativ; $2V\alpha=16°$, $(-)2E=26°$.

Chimism. Conţine Sr şi Ca; analizele arată BaO în proporţie de 77,70%, iar CO_2 de 22,30% (total 100,00%).

Ocurenţă. De obicei se întîlneşte în zăcăminte hidrotermale, în parageneză cu calcit, dolomit, sulfuri de Pb, Zn şi Cu, deseori cu baritină, care se depune mai tîrziu decît witheritul. Se cunosc formaţii şi de natură exogenă, de obicei pseudomorfoze după baritină, formate probabil sub acţiunea soluţiilor carbonatate. Se cunosc şi substituiri ale witheritului prin baritină.

În România se găseşte în corpuri lenticulare, în zonele cu acumulări de baritină în şisturile cristaline, în depozite triasice la Ostra.

Acumulări mai importante se cunosc în Marea Britanie, în U.R.S.S. (în Siberia şi în Turkmenia) şi în S.U.A. (în California).

STRONŢIANIT $SrCO_3$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,6090 : 1 : 0,7239.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}13$; $b_0=8{,}42$; $c_0=6{,}09$ Å; conţine $Sr_4(CO_3)_4$.

Habitus: cristale prismatice [001], uneori aciculare, cristale piramidale, pseudohexagonale ca aspect, dezvoltîndu-se feţele (110) şi (010) cu striuri orizontale. Forme principale: c (001), b (010), m (110), e (012), k (011), i (021), z (041), q (061), t (102), p (111). *Macle:* (110) plan de maclă, comune, de contact şi penetraţie. *Clivaj:* (110) aproape perfect, (021) bun, (010) în urme. *Spărtură:* neregulată sau semiconcoidală. $H=3^{1}/_{2}$. $G=3{,}76$ pentru varietatea pură; pentru o proporţie de cca 7,3% CaO este de 3,66. *Luciu:* sticlos, răşinos în spărtură proaspătă. *Culoare:* incolor, gălbui, verzui, brun-gălbui, brun, roşiatic.

Tabelul 122

Proprietăţi optice

	n Li	n Na	n Tl
α	1,5181	1,5199	1,5219
β	1,6624	1,6666	1,6704
γ	1,6640	1,6685	1,6728
$2V\alpha$	7°03′	7°07′	7°16′

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$; biax negativ.

Chimism. Conţine Ca, care substituie Sr, raportul fiind: Ca : Sr=1 : 4,5. Produşii artificiali dau serie continuă cu $BaCO_3$.

Ocurenţă. Se găseşte în formaţii hidrotermale de temperatură scăzută, asociat baritinei, celestinei, calcitului; de asemenea în ganga mineralizaţiilor

Tabelul 123

Analize chimice

	1	2
CaO	70,19	2,70
SrO	—	66,31
CO_3	29,81	30,35
Rez.	—	0,17
Total	100,00	99,53

1 — $SrCO_3$; 2 — Strontian (Scoţia).

polimetalice sau în formaţiuni sedimentare, sub formă de filonaşe în mase de calcare. A fost întîlnit în zăcămintele din Westfalia de la Gamm, Hamm, Ahlen, Münster, în cele din M. Harz de la Clausthal şi St. Andreasberg şi în cele din Saxonia de lîngă Freiberg de la Bräunsdorf. În Austria apare la Leogang în landul Salzburg şi la Brixlegg în Tirol. În S.U.A. se află în statele New York, Massachusetts, Pennsylvania, New Mexico şi California.

CERUZIT $PbCO_3$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,6100 : 1 : 0,8437.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,15, b_0=8,47; c_0=6,11 Å; conţine $Pb_4(CO_3)_4$.

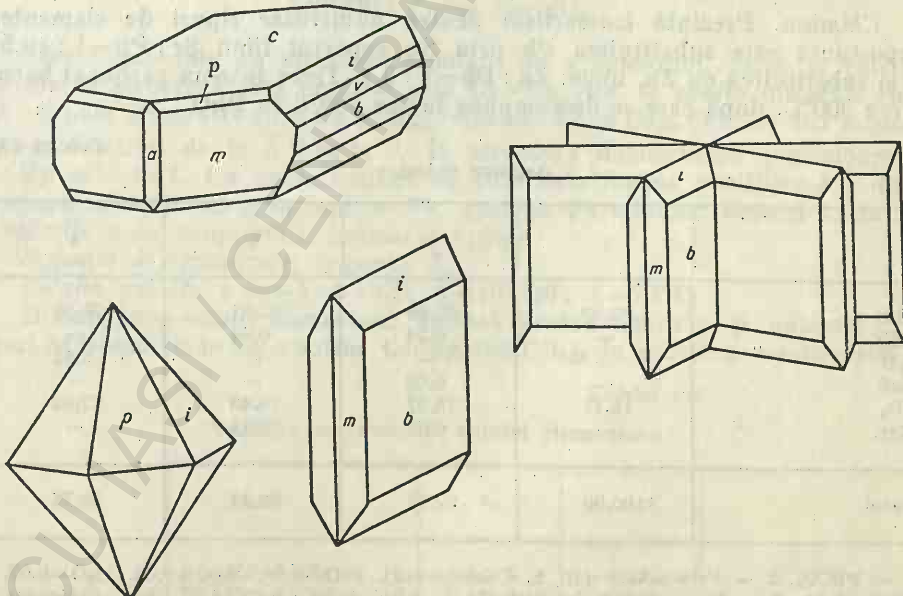


Fig. 82. Cristale de ceruzit: a(100); c(001); b(010); i(021); m(110); v(031); d(380); p(111).

Habitus: forme foarte variate; cristale simple, tabulare (010), alungite [001] sau [100], bipiramidale, cu aspect pseudohexagonal, rar aciculare [001], asocieri de cristale sub formă de agregate reticulare sau mase granulare, dense, compacte; forme stalactitice sau mase pulverulente, pămîntoase. Forme principale: c (001), b (010), a (100), r (130), m (110), x (012), k (011), i (021), v (031), z (041), n (051), y (102), g (113), o (112), p (111), s (121), w (211).

Macle: (110) comune, lamelare, uneori ciclice, pseudohexagonale sau stelare și (130) comune, de contact. *Clivaj:* (110) și (021) aproape bun, (012) slab. *Spărtură:* concoidală. $H=3-3^1/_2$. $G=6{,}55$. *Luciu:* adamantin, uneori sticlos, sidefos sau rășinos îndeosebi în spărturi, semimetalic în cruste. *Culoare:* incolor, alb și cenușiu; unele varietăți cu impurități mecanice sînt cenușii, negre, de regulă impuritățile sînt sulfuri, oxizi de Mg, material calcaros; varietățile cu urme de cupru sînt albăstrui sau verzui. *Urmă:* incoloră sau albă.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$.

Proprietăți optice

Tabelul 124

	$n_{636,4}$	$n_{578,2}$	$n_{512,9}$	n_{Na}
α	1,7928	1,8026	1,8141	1,8036
β	2,0598	2,0742	2,0918	2,0765
γ	2,0618	2,0762	2,0934	2,0786
2E	18°45′	17°50′	16°01′	18°43$^1/_2$′
$2V_\alpha$	9°04$^1/_2$′	8°34′	7°38′	9°00′
Temp.	25°	60°	80°	100°

Chimism. Prezintă izomorfism pentru numeroase tipuri de elemente. Importantă este substituirea Pb prin Sr, raportul fiind Sr : Pb=1 : 10,5, ca și substituirea cu Zn, unde: Zn : Pb=1 : 8,4. Trece într-un carbonat bazic la cca 300°C, după care se descompune la cca 500°C în PbO.

Tabelul 125

Analize chimice

	1	2	3	4
PbO	83,53	82,69	83,21	79,59
CaO	—	0,24	0,04	—
SrO	—	—	—	3,15
ZnO	—	0,08	—	—
CO_2	16,47	16,57	16,40	17,02
Rez.	—	0,39	0,19	—
Total	100,00	99,97	99,84	99,76

1 — $PbCO_3$. 2 — Pelsóc-Ardo (R. S. Cehoslovacă), FeO=0,09, MgO=0,06, H_2O=0,03, insol.=0,21. 3 — Dognecea; FeO=0,06, H_2O=0,01, insol.=0,12; 4 — Isle (Colorado).

Ocurență. Ceruzitul este răspîndit aproape exclusiv în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb și de zinc. De obicei se formează pe seama anglezitului care, la rîndul său, ia naștere prin oxidarea galenei. Din cauza solubilității sale reduse, ceruzitul oprește oxidarea în continuare a galenei. Cristale bine dezvoltate de ceruzit sînt întîlnite pe pereții cavităților, formate prin levigarea Pb în zonele de oxidare sau în decursul proceselor hidrotermale la temperaturi joase. Se întîlnesc destul de rar pseudomorfoze de ceruzit după galenă, anglezit, calcit, fluorină. În România apare ca mineral supergen, format în zona de oxidare a zăcămintelor plumbifere, legate de fundamentul cristalin (Băile Borșa, Cîrlibaba, Muncelu Mic, Brusturi), de magmatismul mezozoic (Gemenea, Șinca Nouă, Somova), de cel banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Rușchița, Rusca Montană, Băița — Bihor) sau de cel neogen (Ilba, Nistru, Baia Sprie, Băiuț, M. Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Săcărîmb, Căraciu, Almașu Mic de Munte, Zlatna, Bucium, Baia de Arieș) și rar în depozite sedimentare (Bocicoiu Mare, Poienele de Sub Munte, Colțești).

Este întîlnit sub formă de acumulări mari în U.R.S.S., în Kazahstanul de sud, în Transbaicalia și în M. Altai. În S.U.A. apare la Leadville (Arizona). De asemenea, în R. S. Cehoslovacă, la Přibram și Mies; în Sardinia la Monte Poni; în Rhodesia la Broken Hill.

2. TIPUL $AB(XO_3)_2$

A. Grupa dolomitului

DOLOMIT $CaMg(CO_3)_2$

ANKERIT $Ca(Mg, Fe)(CO_3)_2$

Aceste minerale au structură similară cu a calcitului. Dacă la calcit pozițiile în structură sînt ocupate prin Ca—Ca—Ca, la aceste minerale ele sînt ocupate alternativ prin Ca și Mg, respectiv Ca și (Mg, Fe). De aici modificarea simetriei de la $\bar{3}\ 2/m$ la $\bar{3}$. În structura dolomitului, participarea Ca : Mg este 1 : 1. La ankerit apare în plus substituirea pozițiilor Mg din structura dolomitului prin ioni de Fe, apariția Fe aducînd deseori variații în valorile unor proprietăți, îndeosebi optice.

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$.

Relația axială: $a : c = 1 : 0{,}8320$; $\alpha = 102°38'$; $\lambda = 73°45'$.

Dimensiunea celulei elementare: variază pentru dolomite și ankerite în raport de proporția în Fe; conține $Ca(Mg, Fe)(CO_3)_2$ în unitatea romboedrică.

Tabelul 126

Variația parametrilor celulei elementare

	a_0	c_0
Fe : Mg=1 : 32	4,832	15,92
Fe : Mg=1 : 1,1	4,822	16,11

Habitus: cristale romboedrice $(10\bar{1}1)$, frecvent cu fața $(40\bar{4}1)$ dominantă, uneori cristale prismatice $(11\bar{2}0)$, cu fețe terminale de romboedru $(10\bar{1}1)$, forme tabulare (0001), cu fețe $(11\bar{2}0)$ sau dezvoltare egală (0001) și $(10\bar{1}1)$. Mase masive, fin granulare, cruste cristaline, agregate columnare, mase porțelanoase semitransparente, cu spărturi concoidale, de tip opalin; rar pisolite sau mase fibroase; în formațiuni sedimentare și metamorfice apare în agregate granulare, masive, compacte, de tipul marmorei. Forme principale: c (0001), a $(11\bar{2}0)$, m $(10\bar{1}0)$, r $(10\bar{1}1)$, M $(40\bar{4}1)$, e $(01\bar{1}2)$, l $(04\bar{4}5)$, f $(02\bar{2}1)$, d $(08\bar{8}1)$, v $(21\bar{3}1)$. *Macle:* (0001) comune, întrepătrundere; $(10\bar{1}0)$ plan de maclă, comune; $(11\bar{2}0)$ plan de maclă, comune uneori duble; $(10\bar{1}1)$ plan de maclă, rar; $(02\bar{2}1)$ lamelare, în marmorele dolomitice. *Clivaj:* $(10\bar{1}1)$ perfect. *Spărtură:* concoidală. $H=3^1/_2-4$. $G=2{,}85$ pentru dolomitul pur; crește odată cu creșterea conținutului în Fe și Mn, care substituie pozițiile Mg; pentru raportul Fe : Mg = 1 : 1 greutatea specifică este 3,02. *Luciu:* sticlos, uneori sidefos. *Culoare:* sînt incolore varietățile transparente și dolomitul pur; la celelalte varietăți culorile sînt cenușiu, verzui, brun-gălbui, brun; culorile variază pe măsură ce crește conținutul în Fe, prezența acestuia impunînd culorile roz sau roșu-deschis (la cele care conțin și Mn); ankeritul și ferodolomitul prezintă culori mai închise, brun-roșcate, brune. *Translații.*

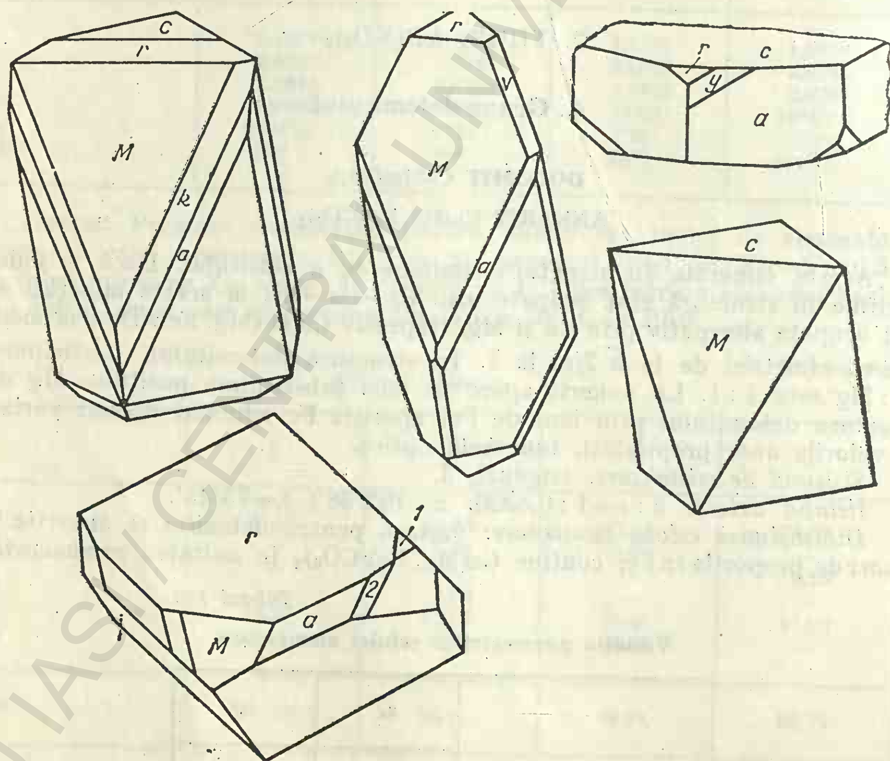


Fig. 83. Cristale de dolomit-ankerit: c(0001); a$(11\bar{2}0)$; M$(40\bar{4}1)$; v$(21\bar{3}1)$; r$(10\bar{1}1)$; l(4265); s$(6\bar{1}\bar{5}1)$.

Variaţia indicilor de refracţie

	% MgO	% FeO	Mg : Fe	ε_{Na}	ω_{Na}
Dolomit[1]	22,21	0,08		1,6799	1,5013
Dolomit[2]	21,86	0	0	1,6790	1,5000
Ferodolomit[3]	16,91	7,54	4 : 1	1,6960	
Ferodolomit[4]	13,79	12,29	2 : 1	1,7070	
Ankerit[5]	10,07	17,94	1 : 1	1,7210	
Ankerit[6]	6,54	23,32	1 : 2	1,7350	

1 — $CaMg(CO_3)_2$; 2 — Binnenthal, Elveţia; 3 — Fe-dolomit, Greiner, la Traversella; 4 — Fe-dolomit, Erzberg, Styria, Austria; 5 — Mg-ankerit, Erzberg, Styria, Austria; 6 — Ankerit.

Proprietăţi optice. Incolore; uniaxe negative, uneori biaxe cu 2V mic; indicii de refracţie variază în funcţie de compoziţia chimică.

Chimism. Dolomitul este un carbonat de calciu şi magneziu $CaMg(CO_3)_2$ · Fe şi în cantităţi mici Mn, Co, Pb, Zn pot substitui poziţiile Mg, limitele de substituire fiind variabile. Fe şi Mn pot apărea ca substituenţi şi pentru Ca dar totdeauna în cantităţi mici. Mg are poziţii neechivalente faţă de Ca. Mg ca substituent al Ca poate apărea într-un raport de Mg : Ca=1 : 20 şi invers în raport de Ca : Mg=1 : 5. Apariţia Fe în poziţiile Mg arată serii largi între $CaMg(CO_3)_2$ şi $Ca(Mg, Fe)(CO_3)_2$, unde Mg : (FeMn)=1 : 2,6. Dacă Mg>Fe se delimitează specii ale dolomitului, iar dacă Fe>Mg specii ale ankeritului. În termenul ankerit este inclusă deseori şi noţiunea de ferodolomit.

Varietăţi: plumbodolomit, manganodolomit, raportul fiind Mn : (Mg, Fe)= 1 : 3,2 şi probabil Mn : Mg=1 : 1, precum şi kutnahorit, cu greutate specifică şi indici de refracţie caracteristici.

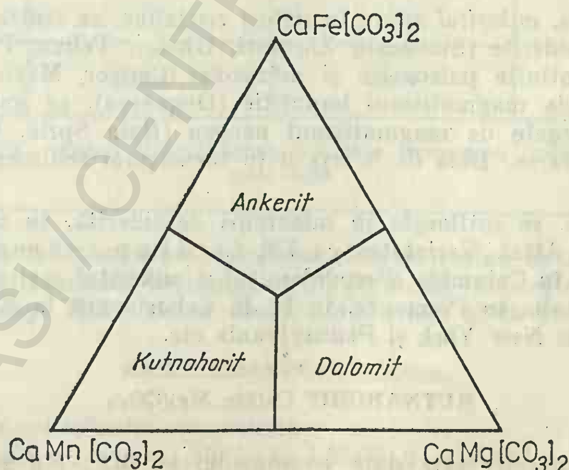


Fig. 84. Diagrama triunghiulară: $CaFe(CO_3)_2$, $CaMn(CO_3)_2$, $CaMg(CO_3)_2$.

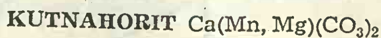
Ocurență. În zăcăminte hidrotermale, filoanele tipice de dolomit se întîlnesc mai rar decît cele de calcit. Prin acțiunea soluțiilor hidrotermale asupra calcarelor dolomitice se formează uneori mase fanerocristaline de dolomit, asociate cu magnezit, calcit și sulfuri. Masive importante de dolomit sînt legate de depozitele sedimentare carbonatate din toate perioadele geologice, mai ales precambrian și paleozoic, cînd dolomitele formau complexe masive, intercalate cu calcare, întîlnite uneori sub formă de mase neregulate sau cuiburi. În unele cazuri, dolomitele s-au format ca depuneri primare în depozite saline, fapt dovedit prin asocierea lor cu anhidrit, gips și săruri alcaline mai solubile. În alte cazuri s-au format prin dolomitizarea sedimentelor constituite din carbonat de calciu, care erau depuse mai demult. Sînt cunoscute cazuri de dolomit epigenetic în cochiliile de moluște, corali și alte resturi organice calcaroase. În zona de alterație, dolomitele se transformă într-o masă fină, granulară, afînată.

În România, dolomitul are o mare răspîndire în șisturi cristaline, sub formă de lentile dolomitice și calcare dolomitice (în munții Bistriței, Giurgeu, Făgăraș, Poiana Ruscă, Trascău), în serpentinitele de la Tișovița, în formațiuni sedimentare, în special în cele de vîrstă triasică medie (munții Rarău, Giurgeu, Perșani, Bihor, Codru-Moma, Pădurea Craiului), în skarnele legate de magmatismul banatitic (Ocna de Fier), ca mineral de gangă în filoane hidrotermale neogene (Baia Sprie, Cavnic, Rodna, Măgura, Toplița, Săcărîmb, Hărțăgani, Ruda Barza, Baia de Arieș, Roșia Montană).

În U.R.S.S. se găsesc masive de dolomite în M. Ural, în bazinul carbonifer Donbas, pe malurile fluviului Donbas. De asemenea apar în Italia în regiunile Piemonte (la Traversella), în Trentino — Alto Adige și Toscana; în Elveția la Lengenbach și Binnenthal; în Franța în Alsacia; în R. D. Germană la Freiberg și Schneeberg; în Austria la Salzburg și Hall; în Brazilia la Morro Velho, mina Ouro Preto, Minas Geraes, Meiras Bahia și Brumada Bahia; în S.U.A. la Roxbury (cristale în talc), la Chester (cu magnetit și pirită), în statul New York (cu celestină și gips), în statul New Jersey (în serpentinite).

În România, *ankeritul* apare în șisturi cristaline, ca lentile independente sau legate de siderite (Stoenești, Zărnești, Ghelar, Teliuc, Peșterea, Bogodinț), în serpentinite paleozoice și mezozoice (Cerișor, Masivul Parîng), în skarne, legate de magmatismul banatitic (Dognecea), ca gangă în filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen (Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Rodna, Ruda Barza, Baia de Arieș) și în formațiuni sedimentare (Camena, Căpușu Mic).

În U.R.S.S. se întîlnește în minereuri de siderită, în zăcăminte polimetalice în M. Altai. Varietatea cu 7% Ce și La poartă numele de *codazzit* și este întîlnită în Columbia. Ferodolomitul și ankeritul mai apar în Austria în Styria, în Italia în Piemonte, în R. S. Cehoslovacă la Kutná Hora, în S.U.A. în statele New York și Pennsylvania etc.



KUTNAHORIT $Ca(Mn, Mg)(CO_3)_2$

Această denumire este dată compusului cu Mn>Mg sau Fe, descris inițial la Kutná Hora (Boemia), unde apare în mase granulare și cruste, de culoare albă sau roz-pal, cu greutatea specifică 3,0. Formula chimică:

$Ca(Mn, Mg)(CO_3)_2$, unde Mn : Mg=1 : 1. Intră în grupa dolomitului prin structură și cristalochimie. Analizele arată, de regulă, următorul raport: Ca : (Mn, Mg, Fe)=1 : 1.

ALSTONIT $CaBa(CO_3)_2$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,5827 : 1 : 0,7193.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,99; b_0=8,77; c_0=6,11 Å; conține $Ca_2Ba_2(CO_3)_4$.

Habitus: cristale pseudohexagonale, bipiramidale, cu fețe (111) și (021) bine dezvoltate individual. Prismele pseudohexagonale sînt rezultate din maclarea individuală (010) și (110). Pe fața de bipiramidă apar striuri orizontale. Forme principale: b (010), m (110), k (011), i (021), p (111), h (221). *Macle:* plan de maclă (110) și (130). *Clivaj:* (110) imperfect. *Spărtură:* neregulată. $H=4-4^1/_2$. G=3,707; variază cu conținutul în Sr putînd coborî la 3,670. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor, alb, uneori gri, crem-pal, roz, roz-roșu. *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: α=c, β=a, γ=b; indicii de refracție: α=1,526, β=1,671, γ=1,672; biax negativ, $2V\alpha=6°$.

Chimism. Carbonat de calciu și bariu; dimorf cu baritocalcitul. Conține Sr, Mn (maximum 0,2% MnO).

Tabelul 128

Analize chimice

	1	2	3
CaO	18,85	17,60	18,00
SrO	—	4,25	n.d.
BaO	51,56	48,54	52,30
CO_2	29,59	29,41	29,10
Rez.	—	—	0,26
Total	100,00	99,80	99,66

1 — $CaBa(CO_3)_2$. 2 — Alston Moor (Anglia). 3 — New Brancepeth (Anglia); MnO=0,06, insol.=0,2.

Ocurență. Asociat baritinei, calcitului și witheritului, alstonitul se găsește în zăcăminte hidrotermale de temperatură joasă. Se întîlnește în Marea Britanie la Brownley Hill, Alston Moor, Fallowfield și la New Brancepeth.

BARITOCALCIT $CaBa(CO_3)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relația axială: a : b : c=1,5534 : 1 : 1,2509; β=106°08′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,17; b_0=5,23; c_0=6,59 Å; conține $Ca_2Ba_2(CO_3)_4$; Z=2.

Habitus: cristale prismatice lungi [101] sau prisme scurte [001], cu fețele (100) striate după [001] și ($\bar{1}11$), ($\bar{2}52$), ($\bar{1}31$) cu striuri după [101]. Uneori masiv. Forme principale: c (001), a (100), m (110), g (210), o (101), x ($\bar{1}11$), y ($\bar{2}52$), ρ ($\bar{1}31$).

Orientarea concreșterilor: baritocalcitul (001) [010] — baritină (001), [010]; baritocalcitul (101), [$\bar{1}11$] și ($\bar{1}\bar{1}1$) — calcit ($10\bar{1}1$), ($\bar{1}101$) și ($0\bar{1}11$). *Clivaj:* (210) perfect, (001) imperfect. *Spărtură:* neregulată sau semiconcoidală. $H=4$. $G=3{,}66$. *Luciu:* sticlos, uneori rășinos. *Culoare:* incolor, alb, cenușiu, verzui sau gălbui. *Urmă:* albă. *Translații.*

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha \wedge c=64°$, $\beta \wedge c=26°$, $\gamma=b$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}525$, $\beta=1{,}684$, $\gamma=1{,}686$; biax negativ, $2V_\alpha=15°$, $(-)2E=25°$.

Chimism. Carbonat de calciu și bariu; $BaO=51{,}56\%$, $CaO=18{,}85\%$, $CO_2=29{,}59\%$ (total 100%). Dimorf cu alstonitul.

Ocurență. Baritocalcitul este întîlnit în asociație cu mase de baritină, calcit și fluorină, ca filonașe, în mase calcaroase în comitatul Cumberland la Alston Moor (Anglia), în Boemia la Mies (Cehoslovacia), în Saxonia la Freiberg (R. D. Germană), în Suedia la Långban.

III. CARBONAȚI NORMALI HIDRATAȚI

1. TIPUL $A(XO_3) \cdot xH_2O$

TERMONATRIT $Na_2CO_3 \cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,6047 : 1 : 0,4892.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10{,}74$; $b_0=6{,}45$; $c_0=5{,}25$ Å; conține în celula elementară $Na_8(CO_3)_4 \cdot 4H_2O$. Z=4.

Habitus: obișnuit în cruste cristaline, eflorescențe, rar în cristale prismatice, lamelare (001), tabulare (010), alungite [100]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), μ (120), g (011), u (021), e (201), p (111). *Clivaj:* (100) foarte slab. $H=1-1^1/_2$. $G=2{,}255$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor sau alb, cenușiu, gălbui.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=b$, $\beta=c$, $\gamma=a$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}420$, $\beta=1{,}506$, $\gamma=1{,}524$; biax negativ, $2V\alpha=48°$, $2E=75°$.

Ocurență. Se găsește în regiuni cu depozite saline, asociat cu natronul, trona și este format prin procese de evaporare a apei. Tipic apare în lacurile din Alföld de lîngă Szeged și Debrecen (R. P. Ungară), în lacurile cu sodă din Egipt și din estul Indiei. Se găsește în fumarole la Vezuviu. În California apare la Owens Lake, Borax Lake și Searles Lake.

NESQUEHONIT $MgCO_3 \cdot 3H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,6444 : 1 : 0,4515.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7{,}68$; $b_0=5{,}39$; $c_0=12{,}00$ Å; conține $Mg_4(CO_3)_4 \cdot 12H_2O$. Z=4.

Habitus: prismatic [001], cu fața (110) dezvoltată și striuri după [001]. Cristale aciculare, radiare. Forme principale: c (001), b (010), m (110), d (011). *Clivaj:* (110) perfect, (001) slab. *Spărtură:* așchioasă, fibroasă. $H=2^1/_2$. $G=1,852$. *Luciu:* sticlos, uneori gras. *Culoare:* incolor sau alb.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=c$, $\gamma=b$; indicii de refracție în λ_{Na}: $\alpha=1,417$, $\beta=1,503$, $\gamma=1,527$; biax negativ, $2V_\alpha=53°$, $2E=84°$.

Chimism. Carbonat de magneziu hidratat cu 3 molecule de apă. Prin încălzire pierde apa treptat; la cca 380° se deshidratează total. Analiza chimică: $MgO=29,14\%$, $CO_2=31,80\%$, $H_2O=39,06\%$ (total 100%).

Ocurență. Se întîlnește în Pennsylvania (S.U.A), apoi la Mure (Franța), în regiunile Vallée d'Aosta, Piemonte și Lombardia (Italia). În serpentinite apare în Austria la Kraubat (Styria) și la Taufers (Tirol).

TRIHIDROCALCIT $CaCO_3 \cdot 3H_2O$

Material fibros cu o extincție de 40°—50° și o birefringență ridicată. $G=2,63$.

Analizele chimice indică un carbonat de calciu cu trei molecule de apă, probabil o distorsiune a romboedrului de calcit.

LANSFORDIT $MgCO_3 \cdot 5H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,6446 : 1 : 0,9567; $\beta=101°46'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=12,50$; $b_0=7,57$; $c_0=7,35$ Å; conține $Mg_4(CO_3)_4 \cdot 20H_2O$;

Habitus: forme stalactitice, cristale alungite [001], prisme scurte (001). Forme principale: c (001), a (100), m (110), h (210), r (011), o($\bar{1}$01), p (111), e ($\bar{1}$11), l (120), n ($\bar{2}$01), q (211), s ($\bar{1}$21), z ($\bar{2}$11), f ($\bar{3}$11). *Clivaj:* (001) perfect, (100) aproape perfect. $H=2^1/_2$. $G=1,692-1,700$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor, alb.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=b$, $\beta \perp (100)$, $\gamma=c$; indicii de refracție: $\alpha=1,465$, $\beta=1,468$, $\gamma=1,507$; $2V_\gamma=59°30'$.

Chimism. Carbonat de magneziu cristalizat cu 5 molecule de apă. $MgO=23,12\%$, $CO_2=25,23\%$, $H_2O=51,65\%$ (total 100%).

Ocurență. Apare ca mase stalactitice la Nesquehoning (Pennsylvania). În asociație cu alți carbonați se găsește la Atlin (Canada).

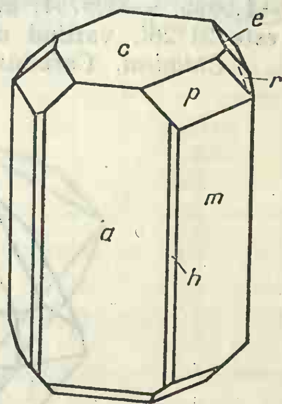


Fig. 85. Cristal de lansfordit: r(011); c(001); e($\bar{1}$11); p(111); m(110); a(001), h(210).

NATRON $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

Sinonim: *soda*.

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a: b: c=1,4000:1: 1,483; $\beta=121°20'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=12,57$; $b_0=9,05$; $c_0=13,47$ Å. $Z=4$.

Habitus: cristale tabulare (010), cu dezvoltări după (100) și (001). În natură mase granulare, cruste cristaline, eflorescențe. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (1$\bar{1}$0), e (011), s ($\bar{1}$01), p ($\bar{1}$12). *Macle:* (001) plan de maclă. *Clivaj:* (001) aproape bun, (010) imperfect, (110) foarte slab. *Spărtură:* concoidală. $H=1-1^1/_2$. $G=1,478$. *Luciu:* sticlos pe suprafețele cristalelor. *Culoare:* incolor, alb, uneori cenușiu-gălbui datorită impurităților. $F=34,5°$.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=b$, $\gamma \wedge c=41°$; indicii de refracție: $\alpha=1,405$, $\beta=1,425$, $\gamma=1,440$; biax negativ, $2V_\alpha$ este mare.

Ocurență. Cristalizează la temperaturi joase (32°), peste această temperatură dizolvîndu-se în apa de cristalizare. Apare în depozite saline la Wady Natrum (R. A. Egipt), la Ragtown (Nevada), Borax Lake și Owens Lake (California), la Debrecen și Szeged (R. P. Ungară), în deșertul Gobi (Mongolia), de asemenea în lavele Vezuviului și Etnei.

2. TIPUL VARIAT DE SĂRURI DUBLE HIDRATATE

PIRSSONIT $Na_2Ca(CO_3)_2 \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2.

Relația axială: a : b : c=0,5662 : 1 : 0,3019.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11,32$; $b_0=20,06$; $c_0=6,00$ Å; conține $Na_{16}Ca_8(CO_3)_{16} \cdot 16H_2O$. $Z=8$.

Habitus: cristale prismatice scurte [001], cu fețe terminale diferite, uneori tabular (010). Forme principale: b (010), m (110), p (111), e (131), x (311). *Spărtură:* concoidală. $H=3-3^1/_2$. $G=2,352$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor, alb, uneori cenușiu datorită incluziunilor.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=c$, $\gamma=b$; indicii de refracție în λ_{Li} sînt $\beta=1,5056$, $\gamma=1,5710$, iar pentru λ_{Na} sînt: $\alpha=1,5043$; $\beta=1,5095$, $\gamma=1,5751$; biax negativ; $2V_\alpha$ pentru Li este $31°11^1/_2'$, pentru Na este 31°26', variind de regulă cu temperatura (crește odată cu aceasta).

Chimism. Carbonat hidratat de sodiu și calciu: $Na_2Ca(CO_3)_2 \cdot 2\,H_2O$.

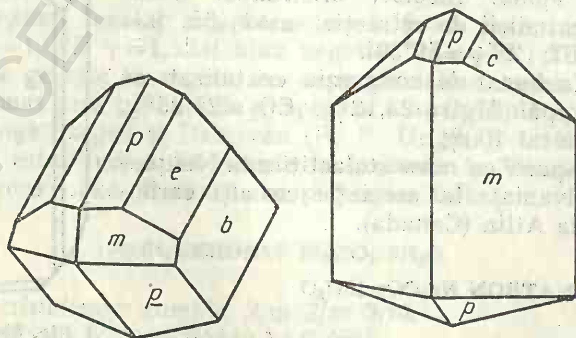


Fig. 86. Cristale de pirssonit: m(110): p(111); e(131); b(010); c(001).

Tabelul 129

Analize chimice

	1	2
Na_2O	25,61	25,70
CaO	23,16	23,38
CO_2	36,35	36,07
H_2O	14,88	14,73
Rez.	—	0,57
Total	100,00	100,45

1 — $Na_2Ca(CO_3)_2 \cdot 2H_2O$. 2 — Borax Lake (California); $K_2O=0,15$, $Al_2O_3=0,13$, $SiO_2=0,29$.

Ocurență. Asociat tychitului și gaylussitului, pirssonitul se întîlnește la Borax Lake (California), iar asociat cu tenarditul și trona se găsește la Otjiwalundo Salt Pan (Namibia); de asemenea apare în S.U.A. în vecinătatea rîului Green în Sweetwater County (Wyoming).

GAYLUSSIT $Na_2Ca(CO_3)_2 \cdot 5H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 1,4897 : 1 : 1,4441; $\beta=101°33'$.

Habitus: cristale alungite [100], dominînd (110), (011). Forme principale: a (100), b (010), c (001), m (110), e (011), s ($\bar{1}01$), r ($\bar{1}12$). *Clivaj:* (110) perfect, (001) foarte slab. *Spărtură:* concoidală. $H=2^1/_2-3$. $G=1,991$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor, sau alb-gălbui, alb-cenușiu, alb. *Urmă:* incoloră, cenușiu-albă.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=b$, $\gamma \wedge c=15°_{(Na)}$; indicii de refracție pentru λ_{Na}: $\alpha=1,4435$, $\beta=1,5156$, $\gamma=1,5233$; biax negativ cu $2V_\alpha=34°$, $2E=52°_{(Na)}$.

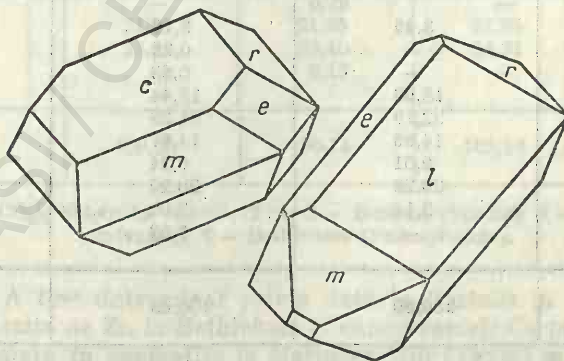


Fig. 87. Cristale de gaylussit: c(001); e(011); m(110); r($\bar{1}12$).

Tabelul 130

Analize chimice

	1	2
Na_2O	20,93	20,40
CaO	18,94	19,02
CO_2	29,72	30,02
H_2O	30,41	30,47
Rez.	—	0,29
Total	100,00	100,20

1 — $Na_2Ca(CO_3)_2 \cdot 5H_2O$. 2 — Taboos-Nor (deșertul Gobi); insol.=0,16, SiO_2=0,08, Fe_2O_3=0,03, MgO=0,01, MnO=0,01.

Chimism. Carbonat hidratat de sodiu și calciu: $Na_2Ca(CO_3)_2 \cdot 5H_2O$.

Ocurență. Se găsește în depozite de lacuri sărate, asociat cu natron, termonatrit, trona, pirssonit, calcit, borax. A fost determinat la Lagunillas (Venezuela) în cristale, iar în mase de minerale argiloase apare în Mongolia la Taboos-Nor în deșertul Gobi. În S.U.A. se întîlnește la Carson (Nevada), la Borax Lake, Mono Lake, Searles Lake (California).

SCHRÖCKINGERIT $NaCa_3(UO_2)(CO_3)_3(SO_4)F \cdot 10H_2O$

Sistemul de cristalizare: triclinic.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,60; b_0=9,62; c_0=14,46 Å. Z=4. β=91°48′.

Habitus: agregate globulare, cristale plate (0001). *Clivaj:* (0001) perfect, lamele de clivaj flexibile. $H=2^1/_2$. G=2,51. *Luciu:* sticlos, pe suprafața (0001) sidefos. *Culoare:* galben-verzui.

Proprietăți optice. Indicii de refracție: ε=1,542, ω=1,489 (probă din Wyoming); ε_{Na}=1,539—1,545, ω_{Na}=1,496 (probă de la Ioachimov); uniax negativ, uneori biax cu $2V_\alpha$ variind de la 0° la 25°.

Chimism. Fluoro-carbonat-sulfat hidratat de sodiu, calciu și uraniu: $NaCa_3(UO_2)(CO_3)_3(SO_4)F \cdot 10H_2O$.

Tabelul 131

Analize chimice

	1	2	3
Na_2O	3,49	3,19	3,63
K_2O	—	0,23	—
MgO	—	0,63	—
CaO	18,93	18,44	18,14
UO_3	32,19	31,28	31,44
CO_2	14,86	14,67	14,20
SO_3	9,01	9,24	9,17
H_2O	20,28	20,20	20,15
F	2,14	2,09	2,15
Rez.	—	1,53	1,03
Total	100,00	100,63	99,01

1 — $NaCa_3(UO_2)(CO_3)_3(SO_4)F \cdot 10H_2O$. 2 — Arizona (S.U.A.). 3 — Wyoming (S.U.A.).

Ocurență. Ca produs secundar de alterare a uraninitului, schröckingeritul apare la Ioachimov în Boemia și la Johanngeorgenstadt în Saxonia. În S.U.A. se găsește în depozite formate din ape descendente, în concrețiuni de gips, aproape de Wamsutter (Wyoming) și la mina Hillside Yavapai County (Arizona).

LANTANIT $(La, Ce)_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,5568 : 1 : 0,5629.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,50; b_0=17,10; c_0=9,00 Å; conține $(La, Ce)_8(CO_3)_{12} \cdot 32H_2O$.

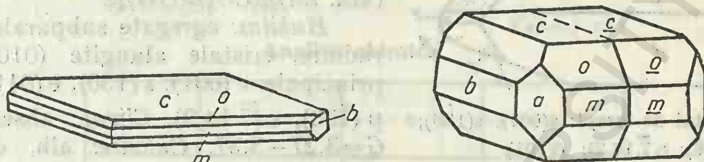


Fig. 88. Cristale de lantanit: c(001); m(110); o(121); a(100); b(010).

Habitus: cristale tabulare (010), alungite (001), cruste granulare. Forme principale: c (001), a (100), b (010), d (101), o (121). *Macle:* (101) plan de maclă. *Clivaj:* (010) de tip micaceu. $H=2^1/_2-3$. G=2,69—2,74. *Luciu:* sidefos. *Culoare:* alb, roz, gălbui.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: α=b, β=c, γ=a; indicii de refracție pentru λ_{Na}: α=1,520, β=1,587, γ=1,613; biax negativ, $2V\alpha=63°_{(Na)}$.

Chimism. Carbonat hidratat de lantan și ceriu cu formula de tipul $(La, Ce)_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$. Sînt prezente deseori elemente ca TR și Y.

Tabelul 132

Analize chimice

	1	2	3	4
$(La, Dy)_2O_3$	28,54	28,34	55,03	54,95
Ce_2O_3	25,67	25,52		
Y_2O_3	—	0,79	—	—
CO_2	21,89	21,95	21,95	21,03
H_2O	23,90	23,40	24,21	23,97
Insol.	—	0,13	—	—
Total	100,00	100,13	101,19	100,00

1 — $(La, Ce)_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$; La : Ce=1,12 : 1; 2 — Bastnäs (Suedia); 3 — Bethlehem (Pennsylvania); 4 — Bethlehem (Pennsylvania).

Ocurență. A fost determinat prima dată la Bastnäs în Suedia. Se mai găsește în depozite de Zn la Bethlehem (Pennsylvania). Ca produs de alterare a allanitului apare în pegmatite la Baringer Hill (Texas) și similar în depozite de magnetit la Sanford, Moriah (New York).

IV. CARBONAȚI CONȚINÎND GRUPĂRI OXIDRIL SAU HALOGEN

1. TIPUL $A_m(XO_3)_pZ_q$

LOSEYIT $(Mn, Zn)_7(CO_3)_2(OH)_{10}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,700 : 1 : 0,620, β=94°30′.

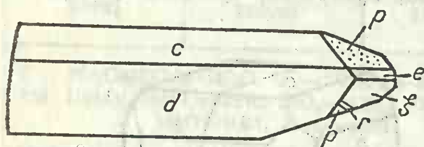


Fig. 89. Cristal de loseyt: c(001); s(130); e(011); p($\bar{1}$36); r($\overline{7}$.14.2); d(101).

Dimensiunea celulei elementare: a_0=16,20 b_0=5,55, c_0=14,92 Å; conține $(Mn, Zn)_{28}(CO_3)_8(OH)_{40}$.

Habitus: agregate subparalele, uneori radiare, cristale alungite (010). Forme principale: c (001), s (130), e (011), d (101), p ($\bar{1}$36), r ($\overline{7}$.14.2). *Clivaj:* absent. *H*=3. *G*=3,27–3,37. *Culoare:* alb, cu reflexe albăstrui, uneori brun.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: β=b; indicii de refracție: α=1,637, β=1,648, γ=1,676; biax pozitiv, $2V_\gamma$ =64°.

Chimism. Carbonat bazic de zinc și mangan, cu formula $(Mn, Zn, Mg)_7(CO_3)_2(OH)_{10}$. Raportul cationilor Mn : Zn : Mg=5 : 4 : 1.

Tabelul 133

Analize chimice

	1	2
MnO	36,27	34,94
FeO	—	0,64
ZnO	33,29	32,77
MgO	4,42	3,42
CO_2	12,86	12,59
H_2O	13,16	13,83
Rez.	—	1,19
Total	100,00	99,38

1 — $(Mn, Zn, Mg)_7(CO_3)_2(OH)_{10}$, unde: Mn : Zn : : Mg=5 : 4 : 1. 2 — Franklin (New Jersey); Mn_2O_3=1,03, insol.=0,16.

Ocurență. Apare asociat pirocroitului, sussexitului și calcitului, în depozitele de la Franklin (New Jersey).

ZARATIT $Ni_3(CO_3)(OH)_4 \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: cubic.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=6,15 Å; conține $Ni_3(CO_3)(OH)_4 \cdot 4H_2O$. Z=2.

Habitus: încrustații, forme stalactitice sau mamelonare, structuri microcristaline, mase compacte. *Spărtură:* concoidală. $H=3\,^1/_2$. $G=2{,}57-2{,}69$. *Luciu:* sticlos sau gras. *Culoare:* verde. *Urmă:* slabă.

Proprietăți optice. Ușor colorat în verde; izotrop, uneori cu efecte de birefringență; indicii de refracție variază în funcție de starea de prezentare; pentru materialul izotropic n=1,565; cristalele fibroase arată extincție paralelă, alungire pozitivă, pleocroism: ∥ cu alungirea — verde și ⊥ pe alungire — verde-gălbui, iar indicii de refracție sînt 1,559—1,566; între fibre se remarcă și prezența materialului izotrop.

Chimism. Carbonat bazic hidratat de nichel: $Ni_3(CO_3)(OH)_4 \cdot 4H_2O$. Mn apare substituind Ni.

Tabelul 134

Analize chimice

	1	2	3
NiO	59,56	58,82	56,82
MgO	—	urme	1,68
CO_2	11,70	11,69	11,63
H_2O	28,74	29,50	29,87
Total	100,00	100,00	100,00

1 — $Ni_3(CO_3)(OH)_4 \cdot 4H_2O$; 2 — Texas; 3 — Pennsylvania.

Ocurență. Apare ca mineral secundar în concentrațiile cu cromit, pentlandit, pirotină, din roci magmatice și serpentinite. Se găsește în asociații tipice cu dolomit, aragonit, calcit, hidromagnezit, goethit, brucit. Este întîlnit în Spania la Capul Ortegal, asociat cu magnetit și sulfuri de nichel, în Austria în Tirol și Styria; în Italia în Piemonte; în U.R.S.S. la Orsk (M. Ural); în Tasmania; în Australia la Broken Hill; în Groenlanda la Igdlokunguak; în S.U.A., în Lancaster County și Chester County; în India la Nuasahi.

AURICALCIT $(Zn, Cu)_5(CO_3)_2(OH)_6$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13{,}45$; $b_0=6{,}31$; $c_0=5{,}36$ Å; conține $(Zn, Cu)_{20}(CO_3)_8(OH)_{24}$. Z=2.

Habitus: cristale foarte fine, aciculare, alungite [001], rar columnare, laminate sau granulare; cristale plate (010), cu striuri [001]. *Clivaj:* (010) perfect. $H=2$. $G=3{,}64$ sau 4,23 (Zn : Cu=2,65 : 1). *Luciu:* sidefos. *Culoare:* verde-pal, albastru-cenușiu, albastru.

Proprietăți optice. Incolor sau ușor colorat în verde-pal sau albăstrui-deschis; pleocroic: α=incolor, $\beta=\gamma$=verde-albăstrui; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=b$, $\gamma=c$; biax negativ, $2V_\alpha$ este mic.

Tabelul 135

Proprietăţi optice

	n (Tintic)	n (Utah)	n (Bisbée)
α	1,654	1,658	1,661
β	1,740	1,746	1,749
γ	1,743	1,751	1,756

Chimism. Carbonat bazic de zinc şi cupru: $(Zn, Cu)_5(CO_3)_2(OH)_6$. Zn şi Cu se substituie în proporţii variate, raportul devenind probabil Cu : Zn= =1 : 3,16 sau Cu : Zn=1 : 1,57. Ca este prezent probabil datorită concreşterilor intime.

Tabelul 136

Analize chimice

	1	2	3	4	5
CaO	—	0,36	0,46	—	—
CuO	19,92	19,87	19,91	25,82	17,94
ZnO	54,08	54,11	54,77	46,73	58,12
CO_2	16,11	16,22	16,22	16,48	12,55
H_2O	9,89	9,93	8,50	11,14	9,44
Rez.	—	—	—	0,44	1,96
Total	100,00	100,39	99,86	100,61	100,01

1 — $(Zn, Cu)_5(CO_3)_2(OH)_6$; Cu : Zn=1 : 2,65. 2 — Utah; 3 — Torreon (Chihuahua — Mexic). 4 — Zolotuşinski (M. Ural — U.R.S.S.); rez. FeO. 5 — Provincia Nagato (Japonia); Fe_2O_3= =1,46, insol.=0,22, H_2O=0,28, MgO şi SiO_2 — urme.

Ocurenţă. Apare ca mineral secundar în zone de oxidaţie ale mineralizaţiilor de cupru şi zinc, asociat malachitului, azuritului, cupritului, smithsonitului, hemimorfitului, hidrozincitului, rosasitului, limonitului.

În România se găseşte exclusiv în zăcămintele de contact din provincia banatitică (Moldova Nouă, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Băiţa — Bihor).

În U.R.S.S. este întîlnit în M. Altai, la Tomsk (Siberia de Vest); în Grecia la Laurium; în Italia la Campiglia, la Monteponi, la Iglesias (Sardinia); în Franţa la Chessy lîngă Lyon; în Namibia la Tsumeb; în Japonia în provincia Nagato; în Mexic la Torreon (statul Chihuahua); în S.U.A. la Bisbée (Arizona), la Cottonwood Canyon (Utah), la Magdalena (New Mexico) şi la Goodsprings (Nevada).

ROSASIT $(Cu, Zn)_2(CO_3)(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: probabil monoclinic.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,40; b_0=12,30; c_0=3,43 Å; conţine $(Cu, Zn)_8(CO_3)_4(OH)_8$.

Habitus: cruste fibroase, structură sferulitică, aspecte pseudo-rombice, uneori granule plate. *Clivaj:* după două direcţii rectangulare. $H=4^1/_2$. $G=$ $=4,0-4,2$. *Culoare:* verde, verde-albăstrui, albăstrui.

Proprietăţi optice. Incolor sau albastru-palid: pleocroic: α=incolor, $\beta=\gamma$=albastru-pal; indicii de refracţie: $\alpha=1,672$, $\beta=1,830, \gamma=1,830$; biax negativ; $2V_\alpha$ este mic; extincţie paralelă.

Chimism. Carbonat bazic de zinc şi cupru: $(Cu, Zn)_2(CO_3)(OH)_2$. Cu şi Zn se substituie, raportul fiind: Zn : Cu ~ 2 : 3 sau 1 : 2.

Tabelul 137

Analize chimice

	1	2	3
CuO	41,15	41,58	47,10
ZnO	30,99	28,96	24,49
CO_2	19,77	20,18	18,61
H_2O	8,09	8,58	10,26
Rez.	—	0,97	0,27
Total	100,00	100,27	100,73

1 — $(Cu, Zn)_2(CO_3)(OH)_2$; 2 — Sardinia; PbO=0,23, NiO=0,04, MgO=0,21, Fe_2O_3=0,31, insol.=0,18; 3 — Tsumeb (Namibia); Rez.=Fe_2O_3.

Ocurenţă. Apare ca mineral secundar în zone de oxidaţie ale zăcămintelor de Pb-Zn-Cu. A fost determinat în mineralizaţiile de la Rosas şi Sulcis (Sardinia), asociat cu malachit, brochantit, auricalcit, greenockit, siderit. Se întîlneşte în Namibia la Tsumeb; în S.U.A. la Jack Pot Claim, aproape de Wellington, la Majuba Hill (Nevada), la Tombstone (Arizona) şi la Kelly (New Mexico); în U.R.S.S., în R. S. S. Turkmenă.

MALACHIT $Cu_2(CO_3)(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,881 : 1 : 0,401; β=118°10′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,48; b_0=12,03; c_0= =3,21 Å; conţine $Cu_8(CO_3)_4(OH)_8$. Z=4.

Habitus: cristale rare, frecvent prisme scurte sau lungi [001]; de obicei sub formă de stalactite cu structură fibroasă, radiară. Cînd se prezintă sub formă de mase reniforme bine dezvoltate este caracteristică structura lor concentrică, zonară, care apare în mod deosebit de sugestiv pe suprafeţele şlefuite. Se întîlnesc şi varietăţi pămîntoase. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), p ($\bar{2}01$). *Macle:* (100) plan de maclă comună şi de penetraţie, polisintetică. Ax de maclă [201]. *Clivaj:* ($\bar{2}01$) perfect, (010) bun. *Spărtură:* pentru mase compacte, neregulată sau semiconcoidală. $H=4$.

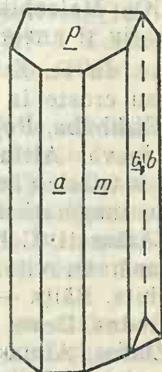


Fig. 90. Cristal maclat de malachit: p($\bar{2}01$); a(100); m(110); b(010).

G=4,05. *Luciu:* adamantin sau sticlos la cristale, mătăsos la varietățile fibroase, lipsește la masele pămîntoase. *Culoare:* verde, verde-închis, verde-negru. *Urmă:* verde-deschis.

Proprietăți optice. Slab colorat în verde și verde-gălbui; pleocroic: α= incolor, β=verde-gălbui, γ=verde; orientarea: β=b; $\alpha \wedge c$=23°; indicii de refracție: α=1,655, β=1,875, γ=1,909; biax negativ, $2V_{\alpha}=43°_{(Na)}$.

Chimism. Carbonat bazic de cupru: $Cu_2(CO_3)(OH)_2$. Zn substituie Cu în proporții variabile.

Tabelul 138

Analize chimice

	1	2	3
CuO	71,95	71,84	72,03
CO_2	19,90	19,95	20,04
H_2O	8,15	8,21	8,09
Total	100,00	100,00	100,16

1 — $Cu_2(CO_3)(OH)_2$; 2 — Chessy (Franța); 3 — Rio Marina (I. Elba).

Ocurență. Se formează în special în zonele de alterare ale zăcămintelor de cupru, mai ales cînd acestea sînt situate în calcare sau cînd minereurile primare conțin numeroși carbonați. Este cel mai răspîndit mineral de cupru dintre mineralele oxidate de cupru. Se depune atît prin înlocuirea carbonaților, cît și prin umplerea cavităților, prezentînd forme colomorfe tipice. Carbonatul de cupru se poate forma din reacția dintre soluțiile de alterare bogate în sulfat de cupru, care vin în contact cu apa de ploaie bogată în CO_2. Malachitul formează deseori pseudomorfoze după azurit, cuprit, cupru nativ și uneori după minerale ca atacamitul, calcitul, calcopirita.

În R. S. România malachitul se întîlnește sub formă de impregnații sau cruste în zonele de oxidare ale zăcămintelor de cupru, metamorfozate (Cîrlibaba, Pojorîta, Bălan, Bădeni, Teregova, Bucova, Ghelar, Vadu Dobrii, Lipova, Altîn-Tepe, Măcin), legate de magmatismul paleozoic — superior sau triasic (Turcoaia, Cerna, Mircea Vodă, Horia, Niculițel, Somova, Bogza), de magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra, Șinca Nouă, Baia de Aramă, Căzănești, Colțești), de magmatismul banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Rușchița, Băița — Bihor) sau de cel neogen (Ilba, Cavnic, M. Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Deva, Săcărîmb, Hondol, Ruda Barza, Stănija, Almașu Mic de Munte, Zlatna, Almașu Mare, Întregalde, Bucium, Abrud, Baia de Arieș).

În U.R.S.S. se întîlnește la Nijni Taghil, Bogoslovsk; în Franța la Chessy (aproape de Lyon) și la Cap Garonne; în Namibia la Tsumeb; în Rhodesia la Bwana Mkubwa; în Australia la Broken Hill și Cobar; în S.U.A. în minele de cupru din statele Arizona, Nevada, New Mexico, Utah, Pennsylvania și Tennessee.

AZURIT $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,8565 : 1 : 1,7688; β=92°25′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,97; b_0=5,84; c_0=10,29 Å; conține $Cu_6(CO_3)_4.(OH)_4$. Z=2.

Habitus: cristale cu habitus variabil tabular (001), comun (102) sau ($\bar{1}$02), prisme scurte [001], cu fețe (110) sau (100), uneori forme aciculare.

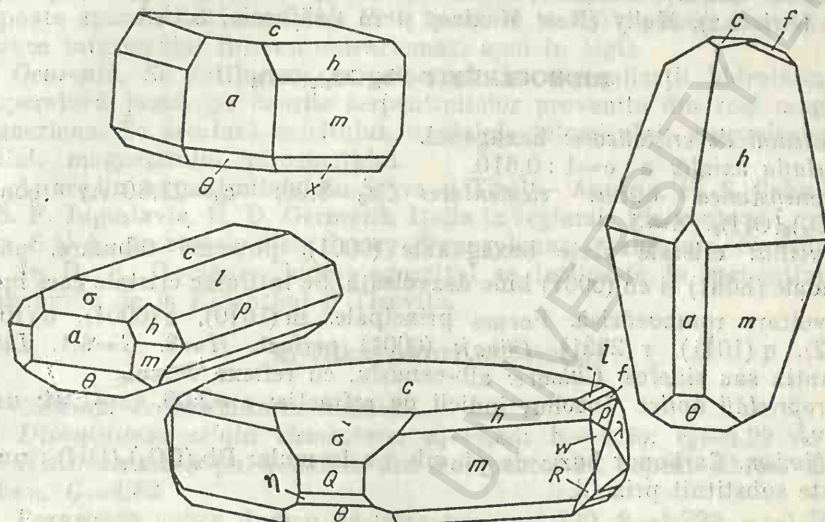


Fig. 91. Cristale de azurit: c(001); a(100); w(120); m(110); f(012); p(011); σ(102); θ($\bar{1}$02); η($\bar{3}$04); h(111); R($\bar{1}$21); w(120); λ($\bar{1}$93).

Se întîlnește și sub formă de druze de cristale mărunte, mase granulare compacte, uneori agregate granulare și mase pămîntoase. *Macle:* ($\bar{1}$01) plan de maclă; ($\bar{1}$02) plan de maclă; (001) plan de maclă; *Clivaj:* (011) perfect, (100) și (110) bun și în urme. *Spărtură:* concoidală: $H=3^1/_2-4$. G=3,773. *Luciu:* sticlos, uneori adamantin. *Culoare:* albastru-azur, albastru de Berlin, albastru închis. *Urmă:* albastră.

Proprietăți optice. Colorat albastru-pal; pleocroic în tonuri de albastru cu absorbția γ>β>α; orientarea: α=b; γ∧c=12°36′; indicii de refracție (λ_{Na}): α=1,730, β=1,758, γ=1,838; biax pozitiv cu $2V_\gamma$ =68°; birefringență ridicată.

Chimism. Carbonat bazic de cupru, cu formula $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$. Conține CuO=69,24%, CO_2=25,53%, H_2O=5,23% (total 100,00%). În constituția chimică, ca impurități mecanice, sînt determinate numeroase elemente. La 410° pierde apa trecînd în *tenorit*.

Ocurență. Se întîlnește aproape întotdeauna în parageneză cu malachitul, depunîndu-se în general mai tîrziu decît el. Deseori, există condiții cînd el este mai puțin stabil decît malachitul, fiind în acest caz înlocuit de acesta. Se cunosc pseudomorfoze de malachit criptocristalin compact după cristale de azurit.

În R. S. România se găsește în zonele de oxidație ale zăcămintelor cuprifere de diferite geneze, cantonate în șisturi cristaline (Cîrlibaba, Pojorîta,

Bălan, Bădeni, Orzeşti, Muncelu Mic, Lipova, Măcin), legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Baia de Aramă, Căzăneşti, Almaş-Sălişte, Somova, Mircea Vodă, Altîn Tepe), de magmatismul banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oraviţa, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Ruşchita, Băişoara, Băiţa Bihor), de cel neogen (Ilba, Baia Sprie, Cavnic, M. Ţibleş, Băile Borşa, Rodna, Deva, Almaşu Mic de Munte, Bucium, Baia de Arieş).

De asemenea apare în M. Altai (U.R.S.S.); la Laurium în Grecia; la Chessy în Franţa; în Sardinia (Italia); la Tsumeb în Namibia; la Broken Hill, Consobolin, Cobar, Mungana, Wallarro (lîngă Adelaide) în Australia; la Bisbée (Arizona), Kelly (New Mexico) şi în California, S.U.A.

HIDROCERUZIT $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: hexagonal.

Relaţia axială: a : c=1 : 0,610.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,99; c_0=23,80 Å; conţine $Pb_9(CO_3)_6(OH)_6$. Z=3.

Habitus: cristale plate hexagonale (0001), puternic tabulare, uneori piramidale ($h0\bar{h}1$) şi cu (0001) bine dezvoltată. Se întîlnesc cristale care indică o dezvoltare romboedrică. Forme principale: m ($10\bar{1}0$), c (0001), o ($10\bar{1}4$), p ($10\bar{1}2$), q ($10\bar{1}1$), r ($20\bar{2}1$). *Clivaj:* (0001) perfect. *H*=3. *G*=6,1. *Luciu:* adamantin sau sidefos. *Culoare:* alb-cenuşiu, cu reflexe verzui.

Proprietăţi optice. Incolor; indicii de refracţie: ε=2,09, ω=1,94; uniax negativ.

Chimism. Carbonat bazic de plumb, cu formula: $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$; uneori OH este substituit prin Cl.

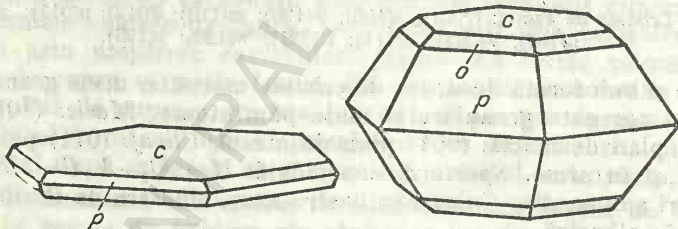


Fig. 92. Cristale de hidroceruzit: c(0001); p($10\bar{1}2$); o($10\bar{1}4$).

Ocurenţă. Ca mineral secundar, asociat malachitului şi ceruzitului, hidroceruzitul a fost determinat la Långban (Suedia), într-un zăcămînt de plumb şi cupru. Se mai întîlneşte în Scoţia (la Wanlockhead, Dumfries, Leadhills), în Anglia (la Mendip Hills, Somerset), în Grecia (la Laurium), în U.R.S.S. (în M. Altai), în S.U.A. (la Tiger — Arizona).

HIDROMAGNEZIT $Mg_4(CO_3)_3(OH)_2 \cdot 3H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relaţia axială: a : b : c=0,963 : 1 : 0,903; β=113°32′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=15,58; b_0=9,06; c_0=8,42 Å; conţinutul reţelei este incert. Z=4.

Habitus: cristale dezvoltate în rozete şi cruste aciculare alungite [001] şi tabulare (100); masiv, mase afînate. Forme principale: c (001), a (100), m (110), y (011), g (021), t (041), o ($\bar{1}11$), p ($\bar{1}21$). *Macle:* (100) plan de maclă, uneori polisintetice. *Clivaj:* (010) perfect, uneori (100) foarte slab. $H=3^1/_2$. $G=2,236$. *Luciu:* sticlos, în agregate pămîntoase, perlat. *Culoare:* alb.

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\alpha=c$, $\gamma=b$; indicii de refracţie (λ_{Na}): $\alpha=1,515$, $\beta=1,530$, $\gamma=1,544$; biax pozitiv, $2V_\gamma$ moderat.

Chimism. Carbonat bazic hidratat de magneziu, cu formula $Mg_4(CO_3)_3(OH)_2 \cdot 3H_2O$. S-ar părea că este vorba de doi compuşi concrescuţi. Ca poate apare substituind Mg. Prin încălzire la 485° pierde din apă şi CO_2 şi trece intermediar într-un oxicarbonat, apoi în MgO.

Ocurenţă. Se întîlneşte, în principal, în mineralizaţii hidrotermale de temperatură joasă, pe fisurile serpentinitelor provenite din roci magmatice magneziene. Se asociază calcitului, opalului, dolomitului, aragonitului, brucitului, magnezitului, piroauritului.

Apare în serpentinitele din Styra şi Tirol — Austria, R. S. Cehoslovacă, R. S. F. Iugoslavia, R. D. Germană, Italia în regiunile Piemonte şi Lombardia şi în S.U.A., în statele New Jersey, Pennsylvania, California, Nevada.

În R. S. România, hidromagnezitul se întîlneşte în serpentinitele şi gabbrourile de la Eibenthal şi Tişoviţa.

RUTHERFORDIT $(UO_2)(CO_3)$?

Sistemul de cristalizare: rombic?

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,84$; $b_0=9,20$; $c_0=4,29$ Å. $Z=2$.

Habitus: mase pulverulente sau compacte, cu aspect fibros. *Culoare:* galben. $G=4,82$.

Proprietăţi optice. Indicii de refracţie: $\alpha=1,720$, $\beta=1,729$, $\gamma=1,755$.

Chimism. Carbonat de uranil.

Ocurenţă. Apare ca pseudomorfoze după uraninit în Uruguru, Morogoro, Tanganyika, Tanzania; în sudul Australiei la Peace Smelfer; în S.U.A. în statul Maine; în provincia Shaba — Zair.

SHARPIT $(UO_2)_6(CO_3)_5(OH)_2 \cdot 6H_2O$?

Sistemul de cristalizare: rombic.

Habitus: cruste fibroase, radiare. $H=2^1/_2$. $G>3,3$. *Culoare:* galben-verzui.

Proprietăţi optice. Indicii de refracţie: $\alpha=1,633$, $\gamma=1,720$; pleocroism: α=brun, γ=galben-verzui; biax pozitiv.

Ocurenţă. Se întîlneşte ca depozite uranifere, asociat cu becquerelit şi uranofan, la Shinkolobwe (Shaba — Zair).

2. TIPUL $A_mB_n(XO_3)_pZ_q$

DAWSONIT $NaAl(CO_3)(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,648 : 1 : 0,534.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,72$; $b_0=10,34$; $c_0=5,56$ Å; conţine $Na_4Al_4(CO_3)_4(OH)_8$.

Habitus: incrustații sub formă de rozetă, cristale aciculare; alungirea [001]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), D (011). *Clivaj:* (110) perfect. $H=3$. $G=2,44$. *Luciu:* sticlos, iar în agregate fine mătăsos. *Culoare:* alb. *Urmă:* incoloră.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=c$, $\gamma=b$; indicii de refracție: $\alpha=1,462$, $\beta=1,537$, $\gamma=1,589$; $2V\alpha=76°$.

Chimism. Carbonat bazic de sodiu și aluminiu, cu formula: $NaAl(CO_3)(OH)_2$.

Tabelul 139

Analize chimice

	1	2	3
Na_2O	21,53	21,81	23,24
Al_2O_3	35,40	36,01	34,86
CO_2	30,56	30,57	29,87
H_2O	12,51	11,61	11,93
Total	100,00	100,00	99,90

1 — $NaAl(CO_3)(OH)_2$. 2 — Montreal (Canada); $CaO=1,59$. 3 — Komana (R. P. S. Albania).

Ocurență. Este un mineral secundar, caracteristic mineralizațiilor hidrotermale de temperatură joasă, rezultat din descompunerea mineralelor alumosilicatate. Se întîlnește în calcarele de Trenton, Mc.Gill University, Montreal (Canada), asociat cu calcit, pirită și galenă; la Pian Castagnaio, la Santa Fiora (lîngă Mt. Amiata), Siena (Toscana — Italia); la Tenes în Algeria; la Komana, Drin (R. P. S. Albania), ca filonașe cu cuarț și calcit.

BEYERIT $Ca(BiO)_2(CO_3)_2$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 5,759.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=3,78$; $c_0=21,77$ Å; conține $Ca_2Bi_4(CO_3)_4O_4$.

Habitus: cristale rectangulare, turtite (001), mase compacte, pămîntoase. Forme principale: c (001), o (111). *Spărtură:* concoidală. $H=2$. $G=6,56$; masele poroase au 6,47. *Luciu:* sticlos pe fețele de cristale. *Culoare:* galben, galben ca lămîia, iar agregatele masive sînt alb-gălbui, verzi-cenușii și cenușii.

Proprietăți optice. Incolor sau slab colorat în galben. Prezintă anomalii, fiind uneori biax cu 2V mic; nepleocroic; indicii de refracție: $\varepsilon=2,13$, $\omega=1,99$; uniax negativ.

Chimism. Carbonat bazic de bismut și calciu cu formula: $Ca(BiO)_2(CO_3)_2$. Conține Pb, care substituie Ca; $CaO=9,19\%$, $Bi_2O_3=76,38\%$, $CO_2=14,43\%$, pentru formula teoretică: $Ca(BiO)_2(CO_3)_2$, și $CaO=8,85\%$, $PbO=1,73\%$, $Bi_2O_3=73,65\%$, $CO_2=13,50\%$, Rez. $=2,01\%$ (total 99,83%), ($CuO=1,10$, $MnO=0,12$, insol. $=0,79$), pentru o probă de la Mica Lode (Colorado).

Ocurență. Ca mineral asociat bismutului și calcedoniei, beyeritul se întîlnește la Schneeberg (Saxonia — R. D. Germană); la Stewart, Pala (California), la Mica Lode și School (Colorado — S.U.A.).

PARISIT $Ce_2Ca(CO_3)_3F_2$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6 2 m.

Relația axială: a : c=1 : 3,940.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,18; c_0=84,10 Å; conține $Ce_{12}Ca_6(CO_3)_{18}F_{12}$. Z=18.

Habitus: frecvent în cristale bipiramidale hexagonale, uneori cristale prismatice, cu fețele piramidale bine dezvoltate, mai rar în cristale cu aspect romboedric. Fețele terminale au striuri orizontale. Forme principale: c (0001), a $(11\bar{2}0)$, k $(10\bar{1}1)$, R $(20\bar{2}1)$, T $(50\bar{5}2)$, μ $(01\bar{1}1)$, π $(05\bar{5}4)$, i $(11\bar{2}6)$, t $(22\bar{4}9)$, r $(11\bar{2}3)$, w $(22\bar{4}3)$. *Clivaj:* (0001) bun, mascat odată cu apariția alterării. *Spărtură:* semiconcoidală. $H=4^1/_2$. G=4,35. *Luciu:* sticlos sau rășinos; pe suprafețele de clivaj (0001) sidefos. *Culoare:* brun-gălbui, brun, galben-cenușiu. *Urmă:* alb-gălbuie.

Proprietăți optice. Incolor sau gălbui; slab pleocroic: ε=galben-deschis, ω=galben-auriu; uniax pozitiv.

Tabelul 140

Indicii de refracție

	Muzo (Columbia)			Quincy (Massachusetts)
λ	453	589	667	Na
ε	1,6841	1,6717	1,6679	1,6760
ω	1,7882	1,7712	1,7657	1,7570

Chimism. Fluorocarbonat de calciu, ceriu și alte elemente rare; formula posibilă este: $(Ce, La)_2Ca(CO_3)_3F_2$.

Tabelul 141

Analize chimice

	1	2	3	4	5
CaO	10,44	10,98	10,70	11,40	3,78
Ce_2O_3	30,56	26,14	30,67	30,94	21,88
$(La, Dy)_2O_3$	30,33	28,46	29,74	27,31	33,11
Y_2O_3	—	urme	urme	urme	7,86
CO_2	24,58	22,93	24,22	24,16	23,69
F	7,07	5,90	6,82	6,56	6,37
Rez.	—	8,07	0,50	1,84	5,01
Total	102,98	102,48	102,65	102,21	101,70

1 — $(Ce, La)_2Ca(CO_3)_3F_2$; Ce : La=1 : 1. 2 — Rivalli County (Montana); Fe_2O_3=0,80, Na_2O=0,69, H_2O=0,26, ganga=6,13. 3 — Muzo (Columbia); Fe_2O_3=0,20, Na_2O=0,20, K_2O=0,10. 4 — Quincy (S.U.A.); Fe_2O_3=0,32, SrO — urme, Na_2O=0,30, K_2O=0,20, H_2O — urme, gangă = 1,02. 5 — Y-parisit; Mukden (Manciuria); ThO_2 — urme, Fe_2O_3= =0,28, MnO — urme, Na_2O=1,97, K_2O=0,31, H_2O=2,45.

Ocurență. Este întîlnit în depozitele de la Muzo, lîngă Bogota (Columbia), asociat cu pirită, marcasită, dolomit cu ceriu, albit, calcit, cuarț, gips. De asemenea se găsește în: Norvegia, în pegmatite alcaline și sienite nefe-

linice; în Italia la Montorfano (Lombardia), în granite cu riebeckit; în R. D. Madagascar la Ifasina, Y-parisit se găsește în NE Chinei la Mukden, iar în S.U.A. la Quincy (Massachusetts).

CORDILIT $Ce_2Ba(CO_3)_3F_2$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, $\bar{6}$ m 2.
Relația axială: a : c=1 : 1,1288.

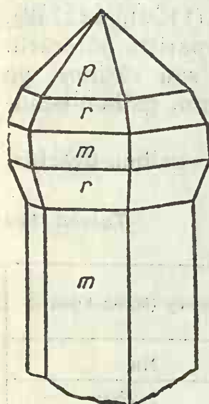


Fig. 93. Cristal de cordilit: p(40$\bar{4}$5); m(10$\bar{1}$0); r(20$\bar{2}$1).

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,35; c_0=22,80 Å; conține $(Ce, La)_4Ba_2(CO_3)_6F_4$.

Habitus: prismatic [0001], cu fețe terminale bipiramidale. Forme principale: c (0001), m (10$\bar{1}$0), p (40$\bar{4}$5), q(10$\bar{1}$1), r (20$\bar{2}$1), s (40$\bar{4}$1). *Clivaj:* (0001) distinct. *Spărtură:* concoidală. $H=4^1/_2$. G=4,31: *Luciu:* gras sau adamantin, sidefos (0001). *Culoare:* galben și galben-murdar pe suprafețele alterate.

Proprietăți optice. Incolor sau galben; pleocroic: ε=galben-verzui, ω=galben-brun; uniax negativ.

Chimism. Fluorocarbonat de bariu, ceriu și elemente din grupa pămînturilor rare cu formula: $(Ce, La)_2Ba(CO_3)_3F_2$.

Ocurență. Se găsește la Narsarsuk, Julianehaab (Groenlanda), asociat cu egirin, ancilit, sinchisit, neptunit, în sienite nefelinice.

BASTNĂSIT $Ce(CO_3)F$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6 m 2.
Relația axială: a : c=1 : 1,370.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,09; c_0=9,72 Å; conține $(Ce, La)_6(CO_3)_6F_6$. Z=4.

Tabelul 143

Analize chimice

	1	2
Ce_2O_3	37,55	37,71
$(La, Dy)_2O_3$	37,27	36,29
CO_2	20,15	20,03
F	8,69	7,83
H_2O	—	0,08
Rez.	—	0,40
Total	103,66	102,34

1 — $(Ce, La)(CO_3)F$; Ce : La=1 : 1. 2 — Cheyenne, lîngă Pikes Peak (Colorado); Na_2O=0,18, Fe_2O_3=0,22.

Tabelul 142

Indicii de refracție

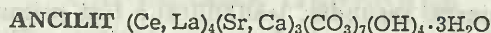
	Bastnäs (Suedia)	*Pikes Peak* (S.U.A.)
ε	1,722	1,717
ω	1,823	1,818

Habitus: tabular (0001), cu (10$\bar{1}$0), combinații de forme (10$\bar{1}$1) și (10$\bar{1}$0); mase granulare. Forme principale: c (0001), m (10$\bar{1}$0), a (11$\bar{2}$0), t (10$\bar{1}$3), p (10$\bar{1}$2), q (10$\bar{1}$1), s (11$\bar{2}$2). *Clivaj:* (10$\bar{1}$0) slab, (0001) întrerupt. *Spărtură:* neregulată. $H=4-4^1/_2$. $G=4,9-5,2$. *Luciu:* sticlos sau gras, sidefos (0001).

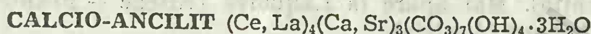
Proprietăți optice. Incolor sau galben-pal; pleocroism slab; uniax pozitiv.

Chimism. Fluoro-carbonat de ceriu și TR.

Ocurență. În România se găsește în masivul alcalin Ditrău. Prima oară a fost descris la Bastnäs, Riddarhyttan (Suedia), asociat allanitului, ceritului, la contactul dintre amfibolite și skarne. De asemenea se găsește în U.R.S.S. în M. Ural; în Madagascar la Ifasina, asociat glaucofanului; în S.U.A., în statele Colorado (la Jamestown, Pikes Peak, Cheyenne) și New Mexico.



ANCILIT $(Ce, La)_4(Sr, Ca)_3(CO_3)_7(OH)_4 \cdot 3H_2O$



CALCIO-ANCILIT $(Ce, La)_4(Ca, Sr)_3(CO_3)_7(OH)_4 \cdot 3H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,916 : 1 : 0,917.

Habitus: pseudooctaedric, fețe curbe, prisme scurte [001], cruste cristaline, cristale dispuse neregulat. Forme comune: d (120), e (111). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* așchioasă, colțuroasă. $H=4-4^1/_2$. $G=3,95$. *Luciu:* sticlos pe fețe, gras pe spărtură. *Culoare:* galben-pal, oranj, galben-brun, brun-cenușiu. *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. Incolore; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=b$, $\gamma=c$; indicii de refracție: $\alpha=1,625$, $\beta=1,700$, $\gamma=1,735$; biax negativ, $2V_\alpha=66°$.

Chimism. Ancilitul este un carbonat bazic, hidratat, de stronțiu, calciu, ceriu și TR, cu formula: $(Ce, La)_4(Sr, Ca)_3(CO_3)_7(OH)_4 \cdot 3H_2O$. Analizele arată că Sr și Ca sînt substituiți parțial prin Fe și Mn. Mineralele reprezintă o serie continuă, unde Ca>Sr sau Sr>Ca, la termenii extremi.

Ocurență. Apar în pegmatitele filoniene ale sienitelor nefelinice de la Julianehaab (Groenlanda), asociate cu egirin, albit, microclin, zircon, eudidimit. În U.R.S.S. se găsește în Peninsula Kola.

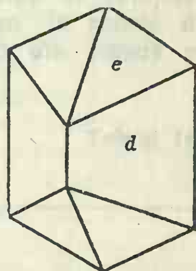
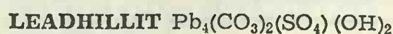


Fig. 94. Cristal de ancilit: d(120); e(111).

V. DIFERIȚI CARBONAȚI



LEADHILLIT $Pb_4(CO_3)_2(SO_4)(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,752 : 1 : 2,226; $\beta=90°28'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,07$; $b_0=11,55$; $c_0=20,70$ Å; conține $Pb_{32}(SO_4)_8(CO_3)_{16}(OH)_{16}$.

Habitus: cristale pseudohexagonale, tabulare (001), butoiașe cu conture hexagonale, o dezvoltare egală a formelor domale cu cele piramidale, cristale prismatice [001], mase granulare. Forme principale: c (001), a (100), m (140), l (120), d (110), g (021), ⌀ (041), ω (101), u (201), e ($\bar{2}$01), s (111), q ($\bar{1}$11),

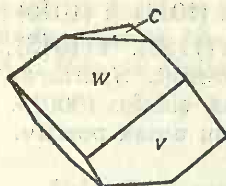


Fig. 95. Cristal de leadhillit: c(001); w(101); v($\bar{1}42$).

x (141), v ($\bar{1}42$), r ($\bar{1}41$), b (010). *Macle:* cu (140) plan de maclă; comune, de întrepătrundere, lamelare; cu ($\bar{1}42$) și (340) plan de maclă: lamelare; (1$\bar{4}$0): rare. *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* concoidală. $H=2^1/_2$. $G=6{,}55$. *Luciu:* rășinos sau adamantin, pe (001) sidefos. *Culoare:* alb, cenușiu, verde, verde-albăstrui, albastru-pal sau galben.

Proprietăți optice. Incolor: orientarea: $\gamma=b$; $\alpha \wedge c=5°$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}870$, $\beta=2{,}000$, $\gamma=2{,}010$; biax negativ.

Chimism. Sulfat, carbonat de plumb: $Pb_4(SO_4)(CO_3)_2(OH)_2$. Conține și puțin Cu.

Ocurență. Ca mineral secundar, leadhillitul a fost prima oară determinat la Leadhills (Scoția). Mai apare la Laquorre (Ariège — Franța); la Oriddo (Sardinia); la Bleiberg (Austria).

NITRAȚI

CARACTERE GENERALE

Azotul intră în compușii minerali ca anion NO_3^- și ca NH_4^+ sau în aerul atmosferic în forme gazoase. Sînt minerale ușor solubile în apă, de aceea se întîlnesc exclusiv în formațiunile actuale din deșerturile țărilor calde. Sursa principală de formare a acestor săruri este azotul din aer. Reacția de oxidare a acestui element are în special un caracter biogen, adică este legată de procesele bacteriene din soluri sau de descărcările electrice din atmosferă.

Au structuri anizodermice, cu grupul NO_3^- în structurile cristaline. Cea mai mare importanță o au nitrații alcalini de K și Na, în timp ce compușii elementelor alcalino-teroase, Mg, Ca, Ba, au un rol secundar. În zonele de oxidare a zăcămintelor de cupru în condițiile de alterare din deșert se întîlnesc rar nitrați de cupru cu compoziție complexă.

Tabelul 144

Clasificarea nitraților

I. NITRAȚI NORMALI ANHIDRI ȘI HIDRATAȚI	
1. Tipul $A(XO_3)$	
Salpetru de sodiu (Nitronatrit)	$Na(NO_3)$
Salpetru de potasiu (Nitrokalit)	$K(NO_3)$
Salpetru de amoniu (Nitrammit)	$NH_4(NO_3)$
2. Tipul $A(XO_3)_2$	
Nitrobarit	$Ba(NO_3)_2$
Nitrocalcit	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$
Nitromagnezit	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$
II. NITRAȚI CONȚINÎND OXIDRIL SAU HALOGEN	
1. *Amestec*	
Gerhardtit	$Cu_2(NO_3)(OH)_3$
III. NITRAȚI COMPUȘI	
1. *Amestec*	
Darapskit	$Na_3(NO_3)(SO_4) \cdot H_2O$

I. NITRAȚI NORMALI ANHIDRI ȘI HIDRATAȚI

1. TIPUL A(XO$_3$)

SALPETRU DE SODIU (Nitronatrit) Na(NO$_3$)

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.
Relația axială: a : c=1 : 0,830; α=102°46'; λ=73°30'.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,07; c_0=16,81 Å; conține în celula romboedrică $Na_2(NO_3)_2$; izostructural cu calcitul. Z=6.
Habitus: romboedric (10$\bar{1}$1), mase granulare, încrustații, eflorescențe. Forme comune: c (0001), a (11$\bar{2}$0), r (10$\bar{1}$1), e (01$\bar{1}$2), f (02$\bar{2}$1). *Macle:* (01$\bar{1}$2); (0001) macle de penetrație; (02$\bar{2}$1), asociate cîte 3 sau 6 indivizi; (10$\bar{1}$1) rare. *Clivaj:* (10$\bar{1}$1) perfect, (01$\bar{1}$2) și (0001) imperfect. *Spărtură:* concoidală sau nesesizabilă. $H=1^1/_2-2$. G=2,24—2,29. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* alb și, în funcție de impurități, roșu, brun, cenușiu, galben de lămîie. *Diamagnetic.* Conduce electricitatea || [0001]. F=306,8°C.
Proprietăți optice. Incolor; uniax negativ; indicii de refracție: ε=1,585, ω=1,336.
Chimism. Nitrat de sodiu. Este relativ pur din punct de vedere chimic. La obținerea lui în mod artificial se remarcă substituiri ale Na prin K, Li, Tl și NH_4 și ale $(NO_3)^-$ prin $(ClO_3)^-$, $(BrO_3)^-$.
Ocurență. Se formează în regiunile calde, uscate, lipsite de vegetație, prin descompunerea biochimică a substanțelor care conțin azot, în special guano, și alte excremente de păsări și animale, precum și a microvegetației acvatice, a nitrobacteriilor etc. Precipitațiile atmosferice, rare, spală salpetrul format în văi, unde cu timpul se formează cruste de salpetru sau chiar concentrații compacte. În parageneză cu salpetru se întîlnesc: gipsul, mirabilitul, sarea gemă, rareori iodații și alte minerale similare.

Acumulări interesante apar în Chile, în Bolivia, Peru, Africa de Nord, R. A. Egipt, U.R.S.S., India. Acumulările cele mai mari sînt pe platoul înalt dintre Taltal, la nord, și Tarapaca, la sud, de la poalele Anzilor Cordilieri, din Chile pînă în Bolivia. Această regiune a fost în decursul multor milioane de ani, începînd cu cretacicul superior, un deșert cu o climă extraordinar de caldă și uscată (cu ploi care cădeau cîte o singură dată la 4—5 ani). În U.R.S.S., asociațiile de salpetru de sodiu cu salpetru de potasiu sînt destul de răspîndite în Kazahstan, sub formă de solonceacuri afînate, pe culmi și în văi în Transcaspica și în Asia mijlocie. Se mai găsesc în California, de-a lungul rîului Amargosa în Death Valley, la Calico, la San Joaquin, Valley Tulare și în Nevada.

SALPETRU DE POTASIU (Nitrokalit) K(NO$_3$)

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,5910 : 1 : 0,7010.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,43; b_0=9,19; c_0=6,46 Å; conține $K_4(NO_3)_4$; izostructural cu aragonitul. Z=4.
Habitus: în general în cruste, cu cristale aciculare, iar uneori, în mase granulare, columnare, pămîntoase. Cristale artificiale prismatice [001], cu

(110), (010), (011) dezvoltate predominant. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), x (012), k (011), i (021), p (111). *Macle:* (110) comune, pseudohexagonale, grupate similar aragonitului. *Clivaj:* (011) aproape perfect, (010) bun, (110) imperfect. *Spărtură:* semiconcoidală sau neregulată. $H=2$. $G=2{,}109$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor sau alb, uneori cenuşiu datorită impurităţilor mecanice. *Urmă:* incoloră.

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=a$, $\gamma=b$; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}335$, $\beta=1{,}505$, $\gamma=1{,}506$; biax negativ; $2V_{\alpha}=5°01'$.

Chimism. Azotat de potasiu. Sodiul şi litiul nu substituie K; Rb în cantităţi mici; Cs, Tl şi NH_4 pot substitui izomorf K, îndeosebi în cristalele obţinute artificial.

Ocurenţă. Mai răspîndit decît salpetrul de sodiu, salpetrul de potasiu apare sub formă de cruste, cu impregnaţii de materii organice. El se asociază cu salpetru de sodiu, epsomit, nitrocalcit, gips. Formarea sa este legată şi de activitatea bacteriilor. Acumulări importante se găsesc în India, Spania, Chile, Egipt, Iran, U.R.S.S., Bolivia. De asemenea, în S.U.A., în statele Kentucky, Alabama, Ohio, Idaho, New Mexico şi California (la Amargosa în Death Valley şi Inyo).

SALPETRU DE AMONIU (Nitrammit) $NH_4(NO_3)$

A fost identificat în mase pămîntoase la Nicojack Cave (Tennessee). Nu s-au mai citat şi alte iviri. Stabil la temperaturi între −10° şi 32,2°, sub formă de cristale rombice bipiramidale. $a_0=4{,}93$; $b_0=5{,}44$; $c_0=5{,}73$ Å. Biax negativ; orientarea: $\alpha=b$, $\beta=a$, $\gamma=c$; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}413$, $\beta=1{,}611$, $\gamma=1{,}637$; $2V\alpha=35°$. $G=1{,}72$; foarte solubil în apă.

2. TIPUL $A(XO_3)_2$

NITROBARIT $Ba(NO_3)_2$

Sistemul de cristalizare: cubic, 2/m $\bar{3}$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8{,}13$ Å°; conţine $Ba_4(NO_3)_8 \cdot Z=4$.

Habitus: cristale octaedrice. Aspectele morfologice variază în funcţie de condiţiile de formare. Forme principale: a (100), d (011), o (111), —o ($\bar{1}$11), f' (013), 'f (103), e (012), m (113), M (338), n (112), t (124), V (135). *Macle:* (111) de tipul spinelului. *Clivaj:* absent. $G=3{,}250$.

Proprietăţi optice. Incolor; izotrop; fenomen de anomalie optică cînd prezintă birefringenţă. Indicele de refracţie $n_{(Na)}=1{,}5714$.

Ocurenţă. Se întîlneşte în Chile în depozitele de salpetru.

NITROCALCIT $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: $a:b:c=1{,}5839:1:0{,}6876$; $\beta=98°06'$.

Habitus: eflorescenţe, cristale artificiale prismatice, alungite [001]. Forme comune: b (010), a (100), m (110), n (210), q (011), r (101), ρ [$\bar{1}$01], o (111), w ($\bar{1}$11). $G=1{,}90$. *Culoare:* alb sau cenuşiu.

Proprietăţi optice. Incolor. Indicii de refracţie: $\alpha=1{,}465$, $\beta=1{,}498$, $\gamma=1{,}504$; biax negativ, $2V\alpha=50°$.

Chimism. Nitrat tetrahidratat de calciu: $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$.

Ocurență. Apare în eflorescențe, în asociație cu nitromagnezitul, în mase de calcare sau roci calcaroase. Se găsește în Spania, în Catalonia și Aragon, în depozite de săruri alcaline și carbonatate. Similar apare în Franța și S.U.A. în statele Kentucky, Indiana, Arizona, New Mexico, California.

NITROMAGNEZIT $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,5191 : 1 : 0,9698; β=92°56′.
Habitus: eflorescențe, mase pămîntoase; cristalele artificiale sînt prismatice [001], cu (001) și (110) bine dezvoltate. Forme principale: c (001), m (110), k (012), q (011). *Clivaj:* (110) perfect. *G*=1,46. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor sau alb. *Proprietăți optice.* Incolor; indicii de refracție, pentru o probă de la Kentucky, sînt: α=1,344, β=1,506, γ=1,506; biax negativ, 2Vα=5°.
Chimism. Nitrat de magneziu hidratat.
Ocurență. Sub formă de eflorescențe, asociat cu nitrocalcit, a fost determinat în S.U.A. în Madison County (Kentucky) și în Franța la Baume și Salins (M. Jura).

II. NITRAȚI CU CONȚINUT DE OXIDRIL SAU HALOGEN

GERHARDTIT $Cu_2(NO_3)(OH)_3$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,922 : 1 : 1,156.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=11,05; b_0=5,97; c_0=6,89 Å · Z=4.
Habitus: cristale tabulare (001), cu terminații piramidale, striuri orizontale, ocazional diverse combinații. Forme principale: c (001), m (110), z (201), y (112), w (223), p (111), s (221). *Clivaj:* (001) perfect, (100) bun. Cristale flexibile. *H*=2. *G*=3,43 (Arizona), 3,40 (Shaba — R. Zair). *Culoare:* verde. *Urmă:* verde.
Proprietăți optice. Orientarea: α=a, β=b, γ=c; slab pleocroic, în tonuri de verde: α=β=verde, γ=albastru; indicii de refracție: α=1,703, β=1,713, γ=1,722; biax pozitiv, $2V_\gamma$ este mare.
Chimism. Azotat bazic de cupru: $Cu_2(NO_3)(OH)_3$.

Tabelul 145

Analize chimice

	$Cu_2(NO_3)(OH)_3$	Arizona
CuO	67,10	66,26
N_2O_5	22,77	22,25
H_2O	10,13	11,49
Total	100,00	100,00

Ocurență. Ca mineral secundar, asociat malachitului și atacamitului, gerhardtitul se găsește în S.U.A. în Arizona și în Republica Zair în provincia Shaba.

BORAȚI

CARACTERE GENERALE

Din această clasă fac parte săruri ale acizilor bazici, din care amintim acidul boric, acidul metaboric și acizii poliborici. Acizii poliborici se obțin prin scoaterea unui anumit număr de molecule de H_2O din numărul corespunzător de molecule de acid ortoboric normal. În natură se întîlnesc sărurile următorilor acizi borici: $H_3BO_3 - H_2O = HBO_2$; $4H_3BO_3 - 5H_2O = H_2B_4O_7$; $5H_3BO_3 - 6H_2O = H_3B_5O_9$; $6H_3BO_3 - 7H_2O = H_4B_6O_{11}$; $10H_3BO_3 - 11H_2O = H_8B_{10}O_{19}$; $14H_3BO_3 - 16H_2O = H_{10}B_{14}O_{26}$ etc.

Anionul complex $(BO_3)^{3-}$, structural, are forma unui triunghi cu dimensiuni mai mici decît anionii $(PO_4)^{3-}$, $(AsO_4)^{3-}$ și $(VO_4)^{3-}$. De aceea, cationii cei mai apți de a forma rețele cristaline stabile sînt cationii elementelor trivalente de dimensiuni relativ mici. Dintre aceștia fac parte în primul rînd Al^{3+}, după aceea Fe^{3+} și Mn^{3+}, care formează săruri bazice în asociație cu cationii bivalenți, cu raze ionice mici, Mg^{2+}, Fe^{2+}. Sînt caracteristice și ortosărurile acide și bazice de Mg^{2+}, uneori în combinație cu Ti^{4+}. Acești ortoborați se întîlnesc îndeosebi sub formă de compuși anhidri. Ortoborații nu se dizolvă în apă și în acizi sau se descompun greu, se topesc la temperaturi înalte și au o duritate mare. Printre cationii poliboraților, în afară de Mg^{2+}, sînt foarte caracteristici și cationii, de dimensiuni mai mari, de Ca^{2+}, de Na^{+}, aceștia formînd aproape exclusiv numai săruri hidratate. Poliborații de Na^{+} se dizolvă ușor în apă rece, iar borații dubli de Na și Ca în apă fierbinte. Poliborații anhidri de Mg se hidratează încet, într-un mediu apos, la temperatură normală, fenomen care nu se constată la alți borați.

Interesantă este comportarea borului în diferite procese naturale. S-a stabilit că la temperaturi joase, B_2O_3 poate fi înlocuit cu CO_3, iar la temperaturi ridicate fenomenul se petrece invers. Prin procese de alterare se pot constata fenomene de substituire a boraților prin carbonați, așa cum s-a remarcat în zăcămintele de la Borax și de la Inder. Pe de altă parte, în zăcămintele metasomatice de contact s-au întîlnit borați care s-au format prin substituție pe calcare.

Borul face parte din elementele destul de mobile din soluțiile apoase, care conțin simultan și componenți ca Cl, OH, mai ales F, față de care are o mare afinitate chimică. Din această cauză, concentrația și formarea compușilor de bor au loc în diferite soluții reziduale, uneori în pegmatite, și în formații hidrotermale, însă caracteristică este formarea lor în bazine salifere secate, bogate în bor.

După o serie de proprietăți cristalochimice, borații se aseamănă mai mult cu silicații decît cu celelalte săruri oxigenate. Ortoborații cu anioni $(BO_3)^{3-}$, izolați în structurile lor cristaline, se deosebesc foarte puțin de sărurile oxigenate tipice, inclusiv și de nezosilicați, cu grupe izolate de $(SiO_4)^{4-}$. Totuși, pe lîngă aceste combinații, în mulți borați ca și în silicați, spre deosebire de alte combinații oxigenate, se constată anioni complecși, alcătuiți din grupe de $(BO_3)^{3-}$, legate între ele, formînd triunghiuri cu vîrfuri comune. Ca o consecință a acestui fapt apar anionii $(BO_3)^{3-}$ în formă de lanțuri, strate etc., structuri caracteristice poliboraților.

Tabelul 146

Clasificarea boraților

I. BORAȚI ANHIDRI	
Ludwigit	$(Mg, Fe^{2+})_2Fe^{3+}(BO_3)O_2$
Paigeit	$(Fe^{2+}, Mg)_2Fe^{3+}(BO_3)O_2$
Pinakiolit	$Mg_3Mn^{2+}Mn_2^{3+}[(BO_3)O_2]_2$
Hulsit	$(Fe^{2+}, Ca, Mg)_4(Fe^{3+}, Sn^{4+})_2[(BO_3)O_2]_2$?
Warwickit	$(Mg, Fe)_3Ti[(BO_3)O_2]_2$
Kotoit	$Mg_3(BO_3)_2$
Rodizit	$NaKLi_4Al_4Be_3(B_{10}O_{27})$?
Jeremejevit	$Al(BO_3)$
Nordenskiöldin	$CaSn(BO_3)_2$
II. BORAȚI HIDRATAȚI	
Pinnoit	$Mg(BO_2)_2 \cdot 3H_2O$
Kernit	$Na_2(B_4O_7) \cdot 4H_2O$
Tincalconit	$Na_2(B_4O_7) \cdot 5H_2O$
Borax	$Na_2(B_4O_7) \cdot 10H_2O$
Priceit	$Ca_4B_{10}O_{19} \cdot 7H_2O$
Probertit	$NaCa(B_5O_9) \cdot 5H_2O$
Ulexit	$NaCa(B_5O_9) \cdot 8H_2O$
Veatchit	$Sr_3(B_{16}O_{27}) \cdot 5H_2O$?
Colemanit	$Ca_2(B_6O_{11}) \cdot 5H_2O$
Hidroboracit	$CaMg(B_6O_{11}) \cdot 6H_2O$
Inderborit	$CaMg(B_6O_{11}) \cdot 11H_2O$
Meyerhofferit	$Ca_2(B_6O_{11}) \cdot 7H_2O$
Inyoit	$Ca_2(B_6O_{11}) \cdot 13H_2O$
Kurnakovit	$Mg_2(B_6O_{11}) \cdot 13H_2O$
Inderit	$Mg_2(B_6O_{11}) \cdot 15H_2O$
Howlit	$Ca_2SiB_5O_9(OH)_5$
Bakerit	$Ca_4B_4(BO_4)(SiO_4)_3(OH)_3 \cdot H_2O$
Paternoit	$Mg(B_8O_{13}) \cdot 4H_2O$
Ginorit	$Ca_2(B_{14}O_{23}) \cdot 8H_2O$
Larderellit	$(NH_4)_2(B_{10}O_{16}) \cdot 5H_2O$?
Amonioborit	$(NH_4)_2(B_{10}O_{16}) \cdot 5H_2O$?
Kaliborit	$KMg_2(B_{11}O_{19}) \cdot 9H_2O$
III. BORAȚI CONȚINÎND OXIDRIL SAU HALOGEN	
Fluoborit	$Mg_3(BO_3)(F, OH)_3$
Hambergit	$Be_2(BO_3)(OH)$
Teepleit	$Na_2(B_2O_4) \cdot 2NaCl \cdot 4H_2O$
Bandylit	$Cu(B_2O_4)CuCl_2 \cdot 4H_2O$
Sussexit	$(Mn,Mg)(BO_2)(OH)$
Ascharit	$(Mg,Mn)(BO_2),(OH)$

Roweit	$(Mn, Mg, Zn)Ca(BO_2)_2(OH)_2$
Boracit	$Mg_3(B_7O_{13})Cl$
Hilgardit	$Ca_8(B_6O_{11})_3Cl_4 \cdot 4H_2O$
Parahilgardit	$Ca_8(B_6O_{11})_3Cl_4 \cdot 4H_2O$
IV. DIFERIŢI BORAŢI	
Lünebergit	$Mg_3B_2(OH)_6(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$
Cahnit	$Ca_2B(OH)_4(AsO_4)$
Sulfoborit	$Mg_6H_4(BO_3)_4(SO_4)_2 \cdot 7H_2O$
Seamanit	$Mn_3(PO_4)(BO_3) \cdot 3H_2O$

I. BORAŢI ANHIDRI

LUDWIGIT $(Mg, Fe^{2+})_2Fe^{3+}(BO_3)O_2$

PAIGEIT $(Fe^{2+}, Mg)_2Fe^{3+}(BO_3)O_2$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relaţia axială: a : b : c=0,988 : 1 : ?

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9{,}20$; $b_0=3{,}05$; $c_0=12{,}40$ Å. Z=4.

Habitus: mase fibroase, fibre radiare scurte, mase criptocristaline, agregate fine, granulare. Rar în cristale prismatice [001], cu feţe terminale. Forme principale: c (001), a (100), l (140), z (130), g (120), f (230), m (110), n (210), x (310). *Clivaj:* nu se observă. *H*=5. *G*=4,2 (paigeit) şi 3,7 (ludwigit). *Luciu:* mătăsos în spărtură proaspătă, cu forme fibroase. *Culoare:* negru, negru-verde, verde-închis (ludwigit). *Urmă:* albă, verde, negricioasă.

Proprietăţi optice. Ludwigitul în lumină reflectată (secţiuni lustruite) este colorat în bleu-gri, bruniu; R scăzută (<25%), bireflexie ridicată (paigeitul are ΔR mai puternică avînd conţinut în fier mai mare), anizotropie medie. În lumină transmisă (secţiuni subţiri) este biax pozitiv cu 2V mic; orientarea: γ=c; pleocroic; indicii de refracţie variază funcţie de conţinutul în Fe (tabelul 147).

Tabelul 147

Proprietăţi optice

	Refringenţă		Pleocroism
	Ludwigit (Ocna de Fier, România)	Ludwigit (Fe^{2+}<) (Mountain Lake Mine, Utah)	
α	1,85	1,83	verde, negru
β	1,85	1,83	verde-închis
γ	2,02	1,97	roşu-închis — brun pînă la opac

Chimism. Ludwigitul este un borat cu fier trivalent, fier bivalent și magneziu: $(Mg, Fe)_2Fe(BO_3)$.

Numele de ludwigit sau de paigeit este funcție de proporția Mg>Fe și Fe>Mg, respectiv proporția de substituire dintre Mg și Fe. Fe^{3+} poate fi substituit prin Al, raportul fiind Al : Fe=1 : 8,9, iar (Mn^{2+}, Ca) substituie (Mg, Fe). Elementele minore sînt nesemnificative, uneori Sn^{4+} substituie Fe^{3+}.

Tabelul 148

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6
FeO	—	5,14	15,84	28,80	39,75	55,62
MgO	41,29	36,42	28,88	13,89	10,71	—
Fe_2O_3	40,88	35,90	35,67	38,30	34,82	30,90
Al_2O_3	—	2,08	—	nd	—	—
B_2O_3	17,83	14,59	17,02	13,55	14,12	13,48
H_2O^+	—	2,28	0,82	—	—	—
H_2O^-	—	0,03	0,51	0,07	—	—
Rez.	—	3,99	1,26	5,31	—	—
Total	100,00	100,43	100,00	99,92	99,40	100,00

1 — $Mg_2Fe^{3+}(BO_3)O_2$ (teoretic); 2 — Ludwigit; Lemhi County (Idaho); SiO_2=0,90, CuO=2,87, S=0,22; MnO și CaO — urme; conține bornit. 3 — Ludwigit; Dognecea (România); SiO_2=0,36, CO_2=0,9; 4 — Paigeit (Siberia — U.R.S.S.); Na_2O=0,36, K_2O=0,01, CaO=0,87, MnO=0,20, TiO_2=0,24, SiO_2=0,35, F=0,07; 5 — Paigeit; Riverside (California); 6 — $Fe_2^{2+}Fe^{3+}(BO_3)O_2$ (teoretic).

Ocurență. Termenii seriei ludwigitului (ludwigitul și paigeitul) sînt minerale caracteristice pentru zăcămintele de temperatură ridicată, formate prin procesele metasomatice de contact, unde apar asociate cu magnetit, diopsid și forsterit. Ludwigitul a fost descris prima dată în cariera Magnet de la Ocna de Fier, România.

În R. S. România a fost determinat în skarnele legate de magmatismul banatitic, la Dognecea, Pietroasa și Budureasa. În alte țări apare în Peru la Yauli, în Suedia, în S.U.A. în statele Nevada, Idaho, Montana și Colorado.

Paigeitul a fost determinat în S.U.A. la Brooks Mountain Seward (Alaska), precum și la Riverside (California). Se găsește în U.R.S.S. în Iacuția.

PINAKIOLIT $Mg_3Mn^{2+}Mn_2^{3+}[(BO_3)O_2]_3$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relația axială: a : b : c=0,834 : 1 : 0,588; β=120°34′.

Habitus: cristale turtite (010), rar prisme scurte [001]. Forme principale: b (010), x (310), w (011). *Macle:* (011) comune, de întrepătrundere, cruciforme. *Clivaj:* (010) bun. *H*=6. *G*=3,88. *Luciu:* metalic (010), puternic strălucitor pe fețele de prismă. *Culoare:* negru. *Urmă:* cenușiu-negricioasă. *Opac.*

Proprietăți optice. În lumină transmisă este brun-roșcat; orientarea: α=b, β=c, γ=a; pleocroic: α=brun-roșcat-închis, β=aproape opac, γ=

=galben-roşcat; indicii de refracţie: α=1,908, β=2,050, γ=2,065; biax negativ cu $2V_\alpha$=32°.

Chimism. Borat de magneziu, mangan bi şi trivalent, cu formula: $Mg_3Mn^{2+}Mn_2^{3+}(B_2O_{10})$.

Tabelul 149

Analize chimice

	1	2
CaO	—	1,12
PbO	—	0,78
MgO	28,84	29,30
MnO	16,91	15,70
Mn_2O_3	37,64	34,93
Fe_2O_3	—	2,13
B_2O_3	16,61	16,05
Rez.	—	—
Total	100,00	100,00

1 — $Mg_3Mn^{2+}Mn_2^{3+}(B_2O_{10})$. 2 — Langban; SiO_2=1,21, H_2O=0,47.

Ocurenţă. Apare la Långban (Suedia), în granule, în masa dolomitelor, asociat hausmanitului, tefroitului, berzeliitului şi manganofilitului.

Ortopinakiolitul este rombic şi izotrop. Se găseşte la Långban (Suedia), asociat cu ludwigitul.

HULSIT $(Fe^{2+}, Ca, Mg)_4(Fe^{3+}, Sn^{4+})_2[(BO_3)O_2]_2$?

Sistemul de cristalizare: probabil rombic.

Relaţia axială: a : b : c=0,55 : 1 : ?

Habitus: cristale rectangulare, uneori tabulare, (110) ∧ (1̄10)=57°38′. Forme principale: a (100), b (010), c (001), m (110). *Macle:* (001), prin rotire 120°. *Clivaj:* (110) bun. *H*=3. *G*=4,28. *Luciu:* semimetalic sau sticlos. *Culoare:* negru.

Ocurenţă. Apare în asociaţie cu vezuvian, granat, magnetit şi diopsid, fiind format prin metamorfismul de contact al calcarelor, la Brooks Mountain Seward (peninsula Alaska), precum şi în mina Kamaishi — Japonia.

WARWICKIT $(Mg, Fe)_3Ti[(BO_3)O]_2$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relaţia axială: a : b : c=0,977 : 1 : 0,318.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,20; b_0=9,45; c_0=3,01 Å; conţine $(Mg, Fe)_6Ti_2(BO_3)_4O_4$. Z=2.

Habitus: cristale prismatice, cu feţe terminale. Forme principale: b (010), a (100), g (130), m (110), h (310). *Clivaj:* (100) perfect. *Spărtură:* neregulată. *H*=3½—4. *G*=3,35. *Luciu:* mat, semimetalic (pe suprafeţele de clivaj), sidefos sau semisticlos (în spărtură proaspătă). *Culoare:* brun-închis, negru, roşu de cupru (pe suprafeţe de clivaj). *Urmă:* neagră, albăstruie.

Proprietăți optice. Colorat în roșu-brun; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$; pleocroic: α=brun-galben, β=brun-roșcat, γ=brun-închis; indicii de refracție: $\alpha=1,806$, $\beta=1,809$, $\gamma=1,830$; biax pozitiv, $2V_\gamma$ este mic și variabil.

Chimism. Titanoborat de magneziu și fier cu formula probabilă $(Mg, Fe)_3Ti(BO_4)_2$.

Tabelul 150

Analize chimice

	1	2
MgO	38,89	36,80
FeO	7,70	7,02
Al_2O_3	—	2,21
SiO_2	—	1,00
TiO_2	28,54	23,82
B_2O_3	24,87	27,80
Total	100,00	98,65

1 — $(Mg, Fe)_3Ti(BO_4)_2$; Mg : Fe=9 : 1; 2 — Warwick (statul New York).

Ocurență. Apare în calcare cristaline în S.U.A. la Warwick (statul New York), asociat spinelilor, grafitului, magnetitului, ilmenitului, diopsidului.

KOTOIT $Mg_3(BO_3)_2$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială: a : b : c=0,642 : 1 : 0,536.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 5,42$; $b_0 = 8,44$; $c_0 = 4,52$ A°; conține $Mg_6(BO_3)_4$. Z=2.

Habitus: mase granulare sau diseminate. Forme principale: m (110), q (011), r (101), t (403). *Macle:* (101) plan de maclă, uneori polisintetic. *Clivaj:* (110) perfect, (101) slab, întrerupt. $H=6^1/_2$. $G=3,11$. *Culoare:* incolor și transparent. *Luciu:* sticlos. $F=1\ 340°C$.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=b$, $\gamma=c$; biax pozitiv.

Tabelul 151

Proprietăți optice

	Băița-Bihor	Artificial	Artificial
α(Na)	1,652	1,6514	1,6527
β	1,653	1,6521	1,6537
γ	1,674	1,6725	1,6748
$2V_\gamma$	—	22°	24°30′

Chimism. Ortoborat de magneziu: MgO=63,46%, B_2O_3=36,54% (total 100,00%).

Ocurență. A fost descoperit în urma studiilor efectuate pe material de la Băița-Bihor (România) și Hol Kol (R. P. D. Coreeană).

În R. S. România apare ca produs pirometasomatic, legat de magmatismul banatitic, la Băița — Bihor.

Mai apare la Hol Kol, Suan (R. P. D. Coreeană), asociat forsteritului, clinohumitului, ludwigitului, spinelului, în zone de contact cu dolomite, și în S.U.A. la Jumbo, statul Washington, în dunite.

RODIZIT $NaKLi_4Al_4Be_3(B_{10}O_{27})$?

Sistemul de cristalizare: cubic, $\bar{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,31 Å; conține în celulă $NaKLi_4Al_4Be_3B_{10}O_{27}$. Z=1.

Habitus: dodecaedric, cu fețe *a* și *o* dezvoltate neregulat. Forme principale: a (001), d (011), o (111), —o ($\bar{1}$11). *Clivaj:* (111) perfect, ($\bar{1}$11) slab. *Spărtură:* concoidală. *H*=8. *G*=3,380 (M. Ural), 3,344 (Madagascar). *Culoare:* alb, uneori cenușiu sau alb-gălbui. *Luciu:* sticlos, tinde spre adamantin. *Piroelectric.*

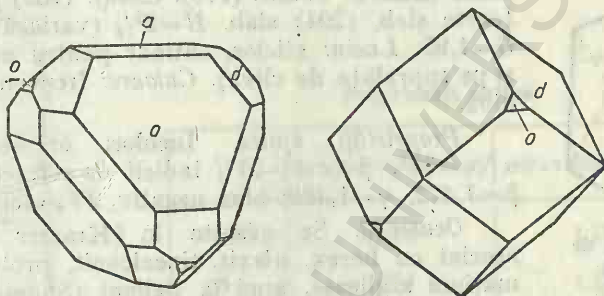


Fig. 96. Cristale de rodizit: o(111); d(011); a(001); —o($\bar{1}$11).

Proprietăți optice. Incolor; indicii de refracție: $n_{(Li)}$=1,6895, $n_{(Na)}$=1,6935 $n_{(Tl)}$=1,6965.

Chimism. Borat complex cu beril, aluminiu, alcalii, avînd probabil formula: $NaKLi_4Al_4Be_3(B_{10}O_{27})$. Rb și Cs substituie K, iar OH apare ca un constituent frecvent.

Tabelul 152

Analize chimice

	$NaKLi_4Al_4Be_3(B_{10}O_{27})$	M. Ural
Li_2O	7,81	1,62
Na_2O	4,05	} 12,00
K_2O	} 6,16	
Rb_2O		
Cs_2O		
Al_2O_3	26,65	41,40
BeO	9,81	—
B_2O_3	45,52	33,93
Rez.	—	6,45
Total	100,00	95,40

Ocurență. Cristale de rodizit, asociate cu turmalină, apar la nord de Sverdlovsk în M. Ural, iar cristale mari, asociate cu spodumen și turmalină, apar în pegmatite în R. D. Madagascar.

II. BORAȚI HIDRATAȚI

KERNIT $Na_2(B_4O_7) \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,725 : 1 : 0,772; $\beta=108°52'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=15,68$; $b_0=9,09$; $c_0=7,02$ Å; conține $Na_8B_{16}O_{28} \cdot 16\ H_2O$. Z=4.

Habitus: alungit [100], striuri (010), structuri fibroase, cristale neregulate. Forme principale: c (001), a (100), e (110), d (201), i (120), h (230), g (210). Mase masive. *Macle:* (110). *Clivaj:* (100) perfect, (001) foarte slab, ($\bar{2}01$) slab. $H=2^1/_2$ (variază cu direcția). $G=1,95$. *Luciu:* sticlos, satinat pentru macle fibroase și pe suprafața de clivaj. *Culoare:* frecvent alb. *Urmă:* albă.

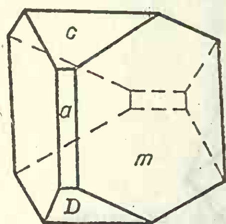


Fig. 97. Cristale de kernit: a(100); m(110); c(001); D($\bar{2}01$).

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\gamma=b$; $\alpha \wedge c=38°$, $\beta \wedge c=-51°$; indicii de refracție: $\alpha=1,454$, $\beta=1,472$, $\gamma=1,488$; biax negativ, $2V_\alpha=80°$, $2E=142°$.

Ocurență. Se găsește la Kramer (California), asociat cu borax, ulexit, tincalconit, probertit, în formațiuni argiloase, apoi la Sallent (Spania), la Tincalaya (Argentina) și în Asia Mică.

BORAX $Na_2(B_4O_7) \cdot 10H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,099 : 1 : 0,563; $\beta=106°41'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11,86$; $b_0=10,67$; $c_0=12,20$ Å; conține $Na_8B_{16}O_{28} \cdot 40H_2O$. Z=4.

Habitus: cristale prismatice similare cu cele de piroxen [001] sau tabulare (100). Mase pămîntoase. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), s (021), o ($\bar{1}12$), z ($\bar{1}11$). *Macle:* (100) rare. *Clivaj:* (100) perfect, (110), (010) slab, în urme. *Spărtură:* concoidală. $H=2-2^1/_2$. $G=1,715$. *Culoare:* alb, cenușiu, albăstrui, verzui. *Luciu:* sticlos, rășinos, în special masele pămîntoase. *Urmă:* albă. *Diamagnetic. Friabil.*

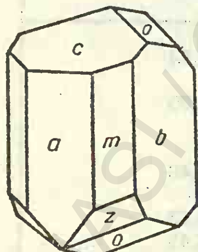


Fig. 98. Cristal de borax: c(001); b(010); a(100); m(110); z($\bar{1}11$); o($\bar{1}12$).

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=b$; $\beta \wedge c=-55°$; indicii de refracție pentru λ_{Na}: $\alpha=1,4466$, $\beta=1,4687$, $\gamma=1,4717$; biax negativ cu $2V_\alpha=39°36'$.

Ocurență. Boraxul se formează în lacurile sărate, pe cale de secare, și care conțin bor. Împreună cu alte săruri de sodiu, se găsește în cantități mari în lacurile din podișul Tibet, din Kashmir (India), apoi în lacurile Clear Lake și Borax Lake (California).

În U.R.S.S. cantități mai mici de borax se găsesc în peninsula Crimeea lîngă Kerci.

PROBERTIT $NaCa(B_5O_9)\cdot 5H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,1051 : 1 : 0,5240, β=107°44′.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13,88$, $b_0=12,56$, $c_0=6,61$ Å; conține $Na_2Ca_2B_{10}O_{18}\cdot 10H_2O\cdot Z=2$.

Habitus: în grupe radiare, rozete, cuiburi, mase sferulite, agregate reticulare. Rar, în cristale aciculare [001], uneori turtite (100), mai rar (110). Forme principale: b (010), a (100), m (110), e (011), t (101), d (Ī01), p (111), o (Ī11). *Clivaj:* (110) perfect. $H=3^1/_2$. $G=2,14$. *Culoare:* alb. *Luciu:* sticlos.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: β=b, γ∧c=12°—13°; biax pozitiv, $2V_\gamma=73°$, 2E=126°.

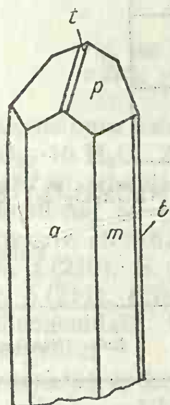


Fig. 99. Cristal de probertit: a(100); b(010); m(110); p(111); t(101).

Tabelul 153

Proprietăți optice

	Kramer (California)	Ryan (California)
α	1,514	1,517
β	1,524	1,525
γ	1,543	1,544

Ocurență. Se găsește în depozite de borați în S.U.A., la Kramer (Kern County — California), la Ryan (Inyo County — California), la Lang (Los Angeles County).

ULEXIT $NaCa(B_5O_9)\cdot 8H_2O$

Sistemul de cristalizare: triclinic, Ī.

Relația axială: a : b : c=0,686 : 1 : 0,519; α=90°16′; β=109°08′; γ==105°07′.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8,73$; $b_0=12,75$; $c_0=6,70$ Å; conține $Na_2Ca_2B_{10}O_{18}\cdot 16H_2O$. Z=2.

Habitus: mase granulare fine, cristale capilare, aciculare, fibre dispuse radiar, cruste, filonașe umplute cu forme aciculare, fibroase, dispuse paralel. Rar se disting cristale alungite (001). Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), M (1Ī0), s (0Ī1), o (Ī01), t (Ī11), p (Ī11), d (Ī21). *Macle:* polisintetice în agregatele masive, probabil datorită presiunilor mecanice;

(011) plan de macle simple. *Clivaj:* (010) perfect, (1$\bar{1}$0) bun, (110) slab. *Spărtură:* neregulată pentru nodule. $H=1$. $G=1{,}955$. *Culoare:* alb (în agregate), incolor (în cristale individuale). *Luciu:* mătăsos, satinat (în agregate), pe cristale, sticlos.

Proprietăţi optice. Incolor; $\gamma \wedge c$=variabil de la 21° la 2°—4°; alungirea este în general pozitivă, uneori negativă.

Tabelul 154

Proprietăţi optice

	Kramer (S.U.A.)	Inder (U.R.S.S.)
α β γ	1,491 1,504 1,520	1,496 1,505 1,519
$\gamma \wedge c$	21 ½°	2°—4°
$2V\gamma$	73°	78°

Chimism. Borat de sodiu şi calciu hidratat cu formula: $NaCa(B_5O_9) \cdot 8H_2O$.

Tabelul 155

Analize chimice

	$NaCa(B_5O_9) \cdot 8H_2O$	Kramer (California)	Inder (Kazahstan)
Na_2O	7,65	7,78	6,08
CaO	13,85	13,92	14,12
B_2O_3	42,95	43,07	41,99
H_2O	35,55	35,34	36,95
Rez.	—	—	0,57
Total	100,00	100,11	99,71

Ocurenţă. Se găseşte în regiuni tropicale în S.U.A. în statele California şi Nevada, unde mineralele principale asociate sînt: borax, sare gemă, glauberit, trona, mirabilit, salpetru de sodiu, colemanit (Death Valley, Salina Valley, Inyo County, Kramer, San Bernardino County). De asemenea în Chile (la Iquique, Tarapaca) asociat cu salpetru de sodiu, sare gemă, glauberit, apoi în nordul Argentinei şi în Peru la Santiago des Estero şi la Arequipa. În U.R.S.S., ulexitul apare în depozitele de la lacul Inder, în Kazahstanul de vest.

COLEMANIT $Ca_2(B_6O_{11}) \cdot 5H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relaţia axială: a : b : c=0,777 : 1 : 0,542; β=110°09′.

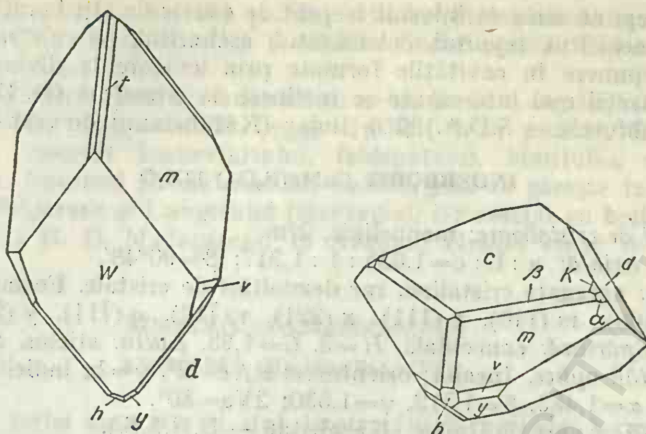


Fig. 100. Cristale de colemanit: c(001); β(111); K(011); α(021); v($\bar{2}$21); y($\bar{1}$11); h($\bar{2}$01); d($\bar{1}$21); m(110); t(210); w($\bar{3}$01).

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8,74$; $b_0=11,26$; $c_0=6,10$ Å; conține $Ca_4B_{12}O_{22}\cdot 10\ H_2O$. $Z=4$.

Habitus: cristale prismatice, scurte [001], dezvoltate (110) și (001), pseudoromboedrice, cu (110) și ($\bar{3}$01), mase masive, uneori granulare, compacte sau agregate sferulitice. Forme principale: a (100), b (010), c (001), z (120), m (110), t (210), K (011), α (021), h ($\bar{2}$01), w ($\bar{3}$01), β (111), y ($\bar{1}$11), v ($\bar{2}$21), d ($\bar{1}$21), o ($\bar{2}$11). *Clivaj:* (010) perfect, (001) imperfect. *Spărtură:* neregulată sau subconcoidală. $H=4^1/_2$. $G=2,4$. *Luciu:* sticlos sau adamantin. *Culoare:* alb, alb-gălbui.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=b$; $\beta \wedge c=-6°$, $\gamma \wedge c=84°$; indicii de refracție: $\alpha_{Na}=1,5863$, $\beta_{Na}=1,5920$, $\gamma_{Na}=1,6140$; biax pozitiv cu $2V_\gamma=56°$, $2E=95°$.

Ocurență. Se găsește în S.U.A. în statele California, Nevada și Arizona (Death Valley, Inyo County, San Bernardino County, Los Angeles County, Kramer în Kern County, Muddy Mountains, Clark County), apoi în Argentina la Salinas Grandes și în U.R.S.S. la Inder (Kazahstan).

HIDROBORACIT $CaMg(B_6O_{11})\cdot 6H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relația axială: $a:b:c=1,762:1:1,241$; $\beta=102°39'$.

Habitus: cristale alungite [001] sau plate (010), agregate lamelare, fibroase, columnare, mase compacte, granulare. Forme principale: b (010), a (100), m (110), e (011), p (111), c (001), l (130), h (120), v (012), d (102), r (112), s (343), t ($\bar{2}$11). *Clivaj:* (010) perfect, uneori și după (100). $H=2$. $G=2,167$. *Luciu:* sticlos, mătăsos (în mase fibroase). *Culoare:* incolor sau alb.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha \wedge c=33°$, $\beta=b$, $\gamma \wedge c=57°$; indicii de refracție: $\alpha=1,517$, $\beta=1,534$, $\gamma=1,565$; biax pozitiv, $2V_\gamma=60°-66°$.

Ocurență. Se întîlnește în zăcăminte de sare gemă, care conțin bor și intercalații de gips, anhidrit și argile. Îmbogățirea în hidroboracit se explică prin proprietatea obișnuită a argilelor de a adsorbi diferite substanțe. În zona de alterare supusă acțiunii apelor de infiltrație devine instabil; cu acest

prilej se redepune sau este înlocuit treptat de o serie de alți borați mai stabili ca boronatrocalcitul, inyoitul, colemanitul, ascharitul, pe cale metasomatică sau prin depunere în cavitățile formate prin levigare la diverse adîncimi.

Concentrații mai interesante se întîlnesc la Stassfurt (R. D. Germană), la Ryan (California — S.U.A.) și la Inder (Kazahstanul de vest — U.R.S.S.).

INDERBORIT $CaMg(B_6O_{11}) \cdot 11H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,635 : 1 : 1,317; β=90°48′.

Habitus: agregate cristaline, rar dezvoltări de cristale. Forme principale: c (001), a (100), m (110), p (111), x (221), r ($\bar{1}$12), q ($\bar{1}$11), y ($\bar{2}$12). *Clivaj:* (100) bun. *Spărtură:* concoidală. *H*=3. *G*=1,93. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* alb.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha \wedge c$=2°, γ=b; indicii de refracție pentru λ_{Na}: α=1,483, β=1,512, γ=1,530; 2Vα=80°.

Ocurență. Apare la Inder (Kazahstan — U.R.S.S.).

III. BORAȚI CONȚINÎND OXIDRIL SAU HALOGEN

FLUOBORIT $Mg_3(BO_3)(F, OH)_3$

Sistemul de cristalizare: hexagonal.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,06; c_0=3,06 Å; conține $Mg_6(BO_3)_2(F, OH)_6$.

Habitus: cristale hexagonale aciculare, agregate fibroase. *Clivaj:* (0001) slab. *H*=probabil 3½. *G*=variază de la 2,98 $Mg_3(BO_3)F_3$ la 2,85 $Mg_3(BO_3)(OH)_3$. *Culoare:* alb.

Proprietăți optice. Incolor.

Tabelul 156

Proprietăți optice

	$Mg_3(BO_3)F_3$	$Mg_3(BO_3)(F, OH)_3$	$Mg_3(BO_3)(OH)_3$
ε	1,502	1,577	1,579
ω	1,487	1,522	1,532
2Vα	—	biax negativ	—

Ocurență. La Tallgruvan, Kallmora, Norberg (Suedia) se găsește în depozite de contact metasomatic, asociat ludwigitului și chondroditului. La Sterling Hill (New Jersey — S.U.A.) este hidrotermal și apare asociat mooreitului, willemitului, fluorinei, hidrozincitului.

HAMBERGIT $Be_2(BO_3)(OH)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,799 : 1 : 0,363.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,75; b_0=12,20; c_0=4,43 Å; conține $Be_{16}(BO_3)_8(OH)_8$. Z=8.

Habitus: prismatic [001], tabular (100). Cristale mari cu forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), n (210), l (410), e (021), d (102), r (111),

v (441), q (243), y (121), w (131), p (221). *Macle:* (110) plan de maclă. *Clivaj:* (010) perfect, (100) bun. $H=7^1/_2$. $G=2,359$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor, alb-cenuşiu, galben.

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=b$, $\gamma=c$; indicii de refracţie: $\alpha_{(Na)}=1,5536$, $\beta_{(Na)}=1,5873$, $\gamma_{(Na)}=1,6278$; biax pozitiv, $2V_\gamma=87°1'$.

Ocurenţă. Asociat barkevikitului, feldspatului, biotitului, sodalitului, rar zirconului, fluorinei şi analcimului, hambergitul se găseşte în pegmatite sienitice, la Helgaraen şi Langesund (Norvegia), iar asociat cu beril, danburit şi spodumen în R. D. Madagascar. În Kashmir (India) apare în pegmatite granitice.

SUSSEXIT $(Mn,Mg)(BO_2)(OH)$

ASCHARIT $(Mg,Mn)(BO_2)(OH)$

Termenii seriei sussexitului sînt izostructurali, probabil formînd o serie continuă între termenul cu Mn şi termenul cu Mg, prin substituiri reciproce.

Sistemul de cristalizare: rombic.

Habitus: structuri fibroase, cu fibre dispuse paralel sau înclinat faţă de pereţii filonaşului; noduli în formaţiuni argiloase. Fibrele nu sînt flexibile. $H=3-3^1/_2$. $G=3,30$ (sussexit), 2,62 (ascharit). *Luciu:* mătăsos, mat pentru varietăţi pămîntoase. *Culoare:* alb, uşor gălbui. *Urmă:* albă.

Proprietăţi optice. Incolori; indicii de refracţie $\alpha=1,670$, $\beta=1,728$, $\gamma=1,732$; biax negativ, $2V_\alpha \sim 25°$; extincţie paralelă.

Chimism. Boraţi bazici de mangan şi magneziu: $(Mn, Mg)(BO_3H)$.

Tabelul 157

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7
CaO	—	2,03	0,05	—	nd	—	—
MgO	—	9,56	29,32	48,84	46,70	49,44	47,92
MnO	61,81	49,40	23,48	—	0,02	—	—
FeO	—	0,16	—	—	—	—	—
B_2O_3	30,34	30,52	36,18	40,49	40,85	34,60	41,38
H_2O	7,85	8,33	10,40	10,67	11,27	12,37	10,70
SiO_2	—	—	0,43	—	0,20	—	—
Rez.	—	—	0,34	—	1,55	3,40	—
Total	100,00	100,00	100,20	100,00	100,59	99,81	100,00

1 — $Mn(BO_3H)$. 2 — Sussexit; Franklin (New Jersey); 45% willemit. 3 — Ascharit; Gogebio (Michigan); $(Fe, Al)_2O_3=0,34$, $H_2O^-=0,22$. 4 — Ascharit; Bolenas Bay (California). 5 — Ascharit; Inder (U.R.S.S.); (beta ascharit) $Al_2O_3=0,16$, $Fe_2O_3=0,13$, $Na_2O=0,20$, $K_2O=0,26$, $Cl=0,11$, $SO_3=0,69$. 6 — Ascharit; R. S. România. 7 — $Mg(BO_3H)$.

Ocurenţă. Sussexitul se întîlneşte în filonaşe hidrotermale în acumulările de franklinit de la Franklin (Sussex County — New Jersey), asociat rodocrozitului, willemitului. Sussexitul se mai găseşte şi în asociaţie cu hematitul în mina Chicagon (Iron County — Michigan).

Ascharitul apare în România în calcare cristaline, la contactul magmatitelor din provincia banatitică, la Ocna de Fier și Băița — Bihor. În depozite de boracit, silvină, sare gemă, kainit se află în Saxonia (R. D. Germană) la Inder (Kazahstanul de vest, U.R.S.S.), în skarne la Norberg (Suedia), la Duglas Lake (Columbia). În S.U.A. se găsește la Bolenas Bay (Marin County — California) și Pioche (Lincoln County — Nevada).

ROWEIT $(Mn, Mg, Zn)Ca(BO_2)_2(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială: a : b : c = 0,916 : 1 : 0,735.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 8,27$; $b_0 = 9,01$; $c_0 = 6,62$ Å; conține $(Mn, Mg, Zn)_4Ca_4(HBO_3)_8$. Z=4.

Habitus: cristale plate (010) și alungite [001]. *Clivaj:* (101) relativ bun. $H \sim 5$. $G = 2,92$. *Culoare:* brun.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha = a$, $\beta = c$, $\gamma = b$; indicii de refracție: $\alpha = 1,648$, $\beta = 1,660$, $\gamma = 1,663$; biax negativ, cu $2V_\alpha = 15°$.

Ocurență. Se găsește la Franklin (New Jersey), asociat cu thomsonit și, willemit.

BORACIT $Mg_3(B_7O_{13})Cl$

Sistemul de cristalizare: la 265° cubic, $4\bar{3}m$ la temperatura ordinară paramorf; rombic m m 2, cu *relația axială:* a : b : c = 0,70 : 1 : 1.

Dimensiunea celulei elementare: varietatea de temperatură ridicată ($a_0 = 12,1$ Å) conține $Mg_{24}B_{56}O_{104}Cl_8$; mai poate conține și Fe. Varietatea de temperatură ordinară ($a_0 = 12,07$; $b_0 = 17,07$; $c_0 = 17,07$ Å — incolor) conține $Mg_{48}B_{112}O_{208}Cl_{16}$. Z=8.

Habitus: cristale individuale, cubice, dodecaedrice, tetraedrice, pseudo-octaedrice, cub-octaedrice, cu (111) și ($\bar{1}$11) bine dezvoltate. Mase fin granulare, agregate fibroase. *Macle:* (111) de penetrație, rare. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată sau concoidală. $H = 7 - 7^1/_2$. $G = 2,91 - 2,97$ (incolor), 2,97—3,1 (verde cu Fe). *Luciu:* sticlos, tinde spre adamantin. *Culoare:* incolor, alb, uneori cenușiu-gălbui, albastru-deschis, verde, verde-negru (varietatea cu Fe). *Urmă:* albă. *Piezoelectric* și *piroelectric.*

Proprietăți optice. Incolor; biax pozitiv.

Tabelul 158

Proprietăți optice

	Modificația cubică		Modificația rombică	
λ	501,6	587,6	α	1,6622
T=290°C	n 1,6776	n 1,6714	β	1,6670
T=502°C	n 1,6798	n 1,6741	γ	1,6730

Ocurență. Se întîlnește în zăcăminte salifere, împreună cu carnalit, silvină, sare gemă, gips, anhidrit. Se formează și prin procese de metamorfism prin deshidratarea boraților de magneziu inițial hidratați. Este răspîndit în zăcămîntul de la Stassfurt (R. D. Germană), Luneville (Franța), în Louisiana (S.U.A.), la Cristalmayn (Bolivia).

IODAȚI

CARACTERE GENERALE

Sînt minerale rar întîlnite în natură; structura lor nu este bine cunoscută, se aseamănă cu structura olivinei, de aceea se studiază independent de mineralele din clasa nitraților. Coordonarea pentru ionii de oxigen este șase. Se întîlnesc îndeosebi pe coasta de vest a Americii de Sud.

Tabelul 159

Clasificarea iodaților

I. IODAȚI NORMALI ANHIDRI ȘI HIDRATAȚI	
1. Tipul $A(XO_3)_2 \cdot xH_2O$	
Lautarit	$Ca(IO_3)_2$
Bellingerit	$Cu(IO_3)_2 \cdot 2/3H_2O$
II. IODAȚI CONȚINÎND HIDROXIL SAU HALOGENI	
1. Tipul amestec	
Salesit	$Cu(IO_3)(OH)$
Schwartzembergit	$Pb_5(IO_3)Cl_3O_3$
III. COMPUȘI SPECIALI	
Dietzeit	$Ca_2(IO_3)_2(CrO_4)$

I. IODAȚI NORMALI ANHIDRI ȘI HIDRATAȚI

LAUTARIT $Ca(IO_3)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c = 0,6331 : 1 : 0,6462; β=106°22′.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,18; b_0=11,38; c_0=7,32 Å; conține $Ca_4(IO_3)_8$.
Habitus: prisme scurte [001], agregate radiare sau stelare. Forme principale: c (001), b (010), l (120), m (110), q (011), r (101), n ($\bar{1}01$). *Clivaj:* (011)

bun, (100) şi (110) slab. $H=3^1/_2-4$. $G=4,59$. *Culoare:* uneori galben, datorită impurităţilor cînd se individualizează şi structura zonară.

Proprietăţi optice. $\alpha \wedge c=25°$; orientarea: $\beta=b$; indicii de refracţie: $\alpha=1,792$, $\beta=1,840$, $\gamma=1,888$; biax pozitiv cu $2V_\gamma$ aproape 90°.

Ocurenţă. Se găseşte în depozite de nitraţi la Pampa del Pique, Oficina Lautaro, în deşertul Atacama (Antofagasta, Chile).

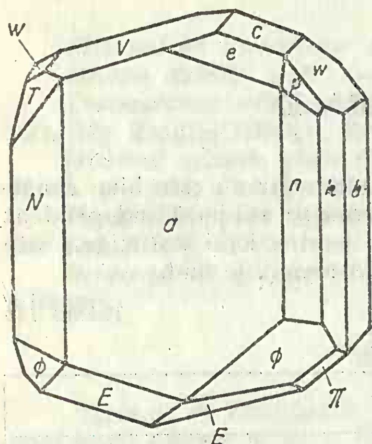


Fig. 101. Cristal de bellingerit: —W(0$\bar{1}$1); c(001); e(101); p(111); w(011); a(100); n(210); k(120); b(010); Φ($\bar{2}$11); π($\bar{1}\bar{1}$1); E($\bar{1}\bar{1}$2); e($\bar{1}$01); V(0$\bar{1}$2); T(1$\bar{2}$1); N(2$\bar{1}$0).

BELLINGERIT $3Cu(IO_3)_2 \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relaţia axială: a : b : c=0,9264 : 1:1,0149; $\alpha=105°06'$; $\beta=96°57'$; $\gamma=92°55'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7,22$; $b_0=7,82$; $c_0=7,92$ Å; conţine $Cu_3(IO_3)_6 \cdot 2H_2O$.

Habitus: prismatic [001], uneori tabular (100). Forme principale: c (001), b (010), a (100), k (120), n (210), N (2$\bar{1}$0), w (011), V (0$\bar{1}$2), E ($\bar{1}\bar{1}$2), π ($\bar{1}\bar{1}$1), ∅ ($\bar{2}\bar{1}$1). *Macle:* ($\bar{1}$01) plan de maclă. *Spărtură:* concoidală. $H=4$. $G=4,89$. *Culoare:* verde-închis. *Urmă:* verde-pal.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă este colorat în verde; pleocroic: α=verde-albăstrui-închis, β=verde-albăstrui-închis, γ=albastru-verzui; indicii de refracţie: $\alpha=1,890$, $\beta=1,900$, $\gamma=1,990$; biax pozitiv, $2V_\gamma$ — mediu.

Ocurenţă. Apare ca mineral secundar la Chuquicamata (Chile).

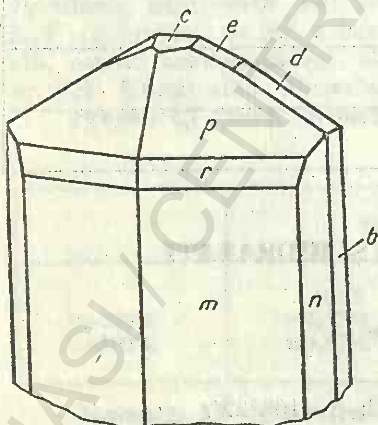


Fig. 102. Cristal de salesit: c(001); e(023); m(110); n(130); b(010); r(552); p(111); d(011).

II. IODAŢI CONŢINÎND HIDROXIL SAU HALOGEN

SALESIT $Cu(IO_3)(OH)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,4442 : 1 : 0,6241.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,78$; $b_0=10,77$; $c_0=6,70$ Å; conţine $Cu_4(IO_3)_4(OH)_4$.

Habitus: prisme scurte [001], cu feţe piramidale terminale. Forme principale: c (001), b (010), n (130), m (110), e (023), d (011), p (111). *Clivaj:* (110) perfect. $H=3$. $G=4,77$. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* verde-albăstrui.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă este verde-albăstrui; orientarea: α=a, β=c, γ=b; pleocroic: α=incolor, β=verde-albăstrui-închis, γ=verde-albăstrui; indicii de refracţie: α=1,786, β=2,070, γ=2,075; biax negativ, $2V_\alpha$=0–5°, uneori varietăţile albastre sînt uniaxe.

Ocurenţă. Apare la Chuquicamata (Chile).

SCHWARTZENBERGIT $Pb_5(IO_3)Cl_3O_3$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, pseudotetragonal.

Habitus: cristale piramidale, plate, granule, uneori mase compacte, cruste pămîntoase. *Clivaj:* (001) slab. $H=2-2^1/_2$. G=7,39. *Culoare:* galben, brun-roşcat, galben-închis, galben de lămîie. *Urmă:* gălbuie. *Luciu:* adamantin.

Proprietăţi optice. Varietăţi pseudotetragonale, biaxe, cu 2V variabil; indicii de refracţie: α=2,250, β=2,350, γ=2,360; biax negativ, $2V_\alpha$=mic.

Ocurenţă. Apare asociat ceruzitului şi galenei, la Cachinal, Paposo şi Taltal, în deşertul Atacama, precum şi la San Rafael, Sierra Gorda, Caracoles (Chile).

III. COMPUŞI SPECIALI

DIETZEIT $Ca_2(IO_3)_2(CrO_4)$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=1,3826 : 1 : 1,9030; β=106°32'.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=10,16; b_0=7,30; c_0=14,03 Å; conţine $Ca_8(IO_3)_8(CrO_4)_4$.

Habitus: cristale tabulare (100) sau alungite [001]. Frecvent, cruste fibroase sau columnare. *Clivaj:* (100) slab. *Spărtură:* concoidală. $H=3^1/_2$. G=3,698. *Culoare:* galben-auriu.

Proprietăţi optice. Orientarea: β=b; $\gamma \wedge c$=6°; indicii de refracţie: α==1,825, β=1,842, γ=1,857; biax negativ, $2V_\alpha$=86°.

Ocurenţă. Asociat lautaritului, se găseşte în deşertul Atacama (Antofagasta, Chile).

SULFAȚI

H																	
			C											N	O	F	
Na	Mg	Al													S	Cl	
K	Ca			V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge				
	Sr									Ag				Sb			
	Ba										Hg		Pb				
					U												

CARACTERE GENERALE

Un rol important în constituția chimică a sulfaților îi revine sulfului geochimic sulful se caracterizează prin o serie de proprietăți specifice care sînt destul de diferite față de ale multor elemente chimice. Sulful poate conduce la molecule electric neutre cu opt atomi de S; el poate da ioni pozitivi și negativi. Există ioni de sulf negativi fie S^{2-} analog cu oxigenul O^{2-}, fie S_2^{2-} produs prin disocierea hidrogenului sulfurat. Formarea sulfurilor este legată de existența acestor tipuri de anioni. În mediu oxidant sulful poate da combinația de forma SO_2, care în soluții conduce la anioni sulfuroși SO_3^{2-}, iar într-un mediu mai bogat în oxigen la anioni sulfurici SO_4^{2-}, unde sulful participă cu sarcini pozitive S^{4+} și S^{6+}. Sărurile acestor anioni se numesc sulfiți, respectiv sulfați; în natură există numai sulfați sub formă de minerale.

Anionul SO_4^{2-} prezintă dimensiuni mari; rețele cristaline stabile în natură apar în cazurile în care acest anion se combină cu cationi cu dimensiuni mari. Compuși stabili se vor obține cu elemente bivalente de dimensiuni mari, ex.: Ba, Sr, Pb. Elementele bivalente au raze ionice mici; formează de regulă sulfați hidratați care cristalizează la temperaturi joase în ultimele faze de cristalizare a soluțiilor. În majoritatea cazurilor mineralele hidratate

conțin 2, 4, 6 și 7 molecule de apă. Studiile röntgenometrice ale diverșilor compuși hidratați au arătat că, de regulă, cationii bivalenți sînt înconjurați direct în structura cristalină de molecule de apă neutre din punct de vedere electric. Din această cauză volumul acestor cationi hidratați ar crește oarecum artificial și deci ar putea crea compuși stabili. Din punct de vedere cristalochimic, acești compuși trebuie exprimați în formule de forma $Ni(H_2O)_6SO_4$. Numărul moleculelor de apă depind deseori de dimensiunea cationului, iar compușii respectivi au o solubilitate mult mai mare și se deshidratează ușor; structurile lor cristaline se vor modifica sau se vor distruge. Cantitatea de apă depinde de tensiunea vaporilor de H_2O din mediul exterior. Cationii bivalenți au dimensiuni pentru razele lor ionice mijlocii, sînt capabili de a forma în anumite condiții un sulfat anhidru, iar în prezența apei un sulfat hidratat de ex: Ca^{2+}, care dă o combinație de tip $CaSO_4$ (anhidritul) și o combinație $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (gipsul). Acesta din urmă, conform studiilor röntgenometrice, prezintă o structură stratificată în care moleculele de apă sînt dispuse între rețelele plane formate de ioni de Ca^{2+} și SO_4^{2-}. Din această cauză cristalele de gips prezintă clivaj perfect după aceste plane.

Cationii monovalenți ai metalelor alcaline intră în compoziția sulfaților simpli fie sub formă de compuși dubli, fie asociați cu ioni de H^+. Ei formează rețele cristaline cu legături slabe și se dizolvă foarte ușor în H_2O, la fel ca și sulfații elementelor bivalente cu dimensiuni mici.

Cationii trivalenți în special Al^{3+} și Fe^{3+} apar numai în combinații hidratate. Sînt cunoscute cu o răspîndire ridicată sărurile duble ale elementelor trivalente cu elemente bivalente și monovalente. Deseori se întîlnesc și combinații cu anioni suplimentari mai frecvent OH^-, Cl^-, precum și CO_3^{2-}, PO_4^{3-}.

Din punctul de vedere al proprietăților comune aceste minerale la fel ca și carbonații vor prezenta o duritate mică; nu se cunoaște nici un sulfat cu o duritate mai mare de 3,5. La mineralele hidratate duritatea descrește chiar pînă la 2. Dintre proprietățile optice se remarcă valorile mult mai mici ale birefringenței în comparație cu alte minerale oxigenate studiate anterior. Se cunosc chiar minerale optic izotrope. Acest fapt se explică prin faptul că grupele tetraedrice de SO_4 în comparație cu grupele plane CO_3^{2-}, NO_3^- sînt izometrice. Sulfații care conțin însă anioni suplimentari CO_3^- prezintă birefringență mult mai puternică, de exemplu caledonitul $Pb_5Cu_2(SO_4)_3(CO_3)(OH_6)$.

Tabelul 160

Clasificarea sulfaților

I. SULFAȚI ANHIDRI ACIZI ȘI NORMALI
1. Tipul sulfați anhidri acizi Mercallit $KH(SO_4)$ Misenit $K_8H_6(SO_4)_7$ Letovicit $(NH_4)_3H(SO_4)_2$
2. Tipul sulfați anhidri normali $A_2(XO_4)$ *Grupa mascagnitului* Mascagnit $(NH_4)_2(SO_4)$

Tabelul 160 (continuare)

Arcanit $K_2(SO_4)$
Taylorit $(K, NH_4)_2(SO_4)$?
Aphthitalit $(K, Na)_3Na(SO_4)_2$
Palmierit $(K, Na)_2Pb(SO_4)_2$
Thenardit $Na_2(SO_4)$

---

3. Tipul sulfaţi anhidri normali $A(XO_4)$

Grupa baritinei

Baritina $Ba(SO_4)$
Celestina $Sr(SO_4)$
Anglezit $Pb(SO_4)$
Anhidrit $Ca(SO_4)$
Calcocianit $Cu(SO_4)$

---

4. Tipul sulfaţi anhidri normali $A_mB_n(XO_4)_p$

Vanthoffilit $Na_6Mg(SO_4)_4$
Glauberit $Na_2Ca(SO_4)_2$

Grupa langbeinitului

Langbeinit $K_2Mg_2(SO_4)_3$
Manganolangbeinit $K_2Mn_2(SO_4)_3$

II. SULFAŢI HIDRATAŢI ACIZI ŞI NORMALI

---

1. Tipul sulfaţi hidrataţi acizi

Romboclaz $FeH(SO_4)_2 \cdot 4\,H_2O$
Minasragrit $(VO)_2H_2(SO_4)_3 \cdot 15\,H_2O$

---

2. Tipul sulfaţi hidrataţi normali $A_2(XO_4) \cdot xH_2O$

Lecontit $Na(NH_4, K)(SO_4) \cdot 2\,H_2O$
Mirabilit $Na_2(SO_4) \cdot 10\,H_2O$

---

3. Tipul $A_2B(XO_4)_2 \cdot xH_2O$

Syngenit $K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$
Koktait $(NH_4)_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$
Kroehnkit $Na_2Cu(SO_4)_2 \cdot 2\,H_2O$
Loeweit $Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 2^1/_2\,H_2O$

Grupa blöditului

Blödit $Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4\,H_2O$
Leonit $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4\,H_2O$
Wattevilleit $Na_2Ca(SO_4)_2 \cdot 4\,H_2O$?

Grupa picromeritului

Picromerit $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6\,H_2O$
Cyanocroit $K_2Cu(SO_4)_2 \cdot 6\,H_2O$
Boussingaultit $(NH_4)_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6\,H_2O$

4. Tipul $A_mB_n(XO_4)_p \cdot xH_2O$, unde: $(m+n):p<3:2$ și $>1:1$

Ferinatrit $Na_3Fe(SO_4)_3 \cdot 3\ H_2O$
Polihalit $K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2\ H_2O$
Leightonit $K_2Ca_2Cu(SO_4)_4 \cdot 2\ H_2O$

5. Tipul $AB(XO_4)_2 \cdot xH_2O$

Krausit $KFe(SO_4)_2 \cdot H_2O$
Voltait $K_2Fe_5^{2+}Fe_4^{3+}(SO_4)_{12} \cdot 18\ H_2O$?

Grupa tamarugitului

Tamarugit $NaAl(SO_4)_2 \cdot 6\ H_2O$
Amarillit $NaFe(SO_4)_2 \cdot 6\ H_2O$

Grupa mendozitului

Mendozit $NaAl(SO_4)_2 \cdot 11\ H_2O$
Kalinit $KAl(SO_4)_2 \cdot 11\ H_2O$

Grupa alaunilor

Alaun de potasiu $KAl(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$
Alaun de sodiu $NaAl(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$
Alaun de amoniu $(NH_4)Al(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$

6. Tipul $A(XO_4) \cdot xH_2O$

Bassanit $2\ Ca(SO_4) \cdot H_2O$

Grupa kieseritului

Kieserit $Mg(SO_4) \cdot H_2O$
Szomolnokit $Fe(SO_4) \cdot H_2O$
Szmikit $Mn(SO_4) \cdot H_2O$
Gips $Ca(SO_4) \cdot 2\ H_2O$
Ilesit $Mn(SO_4) \cdot 4\ H_2O$?

Grupa calcantitului

Calcantit $Cu(SO_4) \cdot 5\ H_2O$
Siderotil $Fe(SO_4) \cdot 5\ H_2O$
Pentahidrit $Mg(SO_4) \cdot 5\ H_2O$

Grupa hexahidritului

Hexahidrit $Mg(SO_4) \cdot 6\ H_2O$
Bianchit $Zn(SO_4) \cdot 6\ H_2O$
Retgersit $Ni(SO_4) \cdot 6\ H_2O$

Grupa melanteritului

Melanterit $Fe(SO_4) \cdot 7\ H_2O$
Pisanit $(Fe, Cu)(SO_4) \cdot 7\ H_2O$
Kirovit $(Fe, Mg)(SO_4) \cdot 7\ H_2O$
Boothit $Cu(SO_4) \cdot 7\ H_2O$
Bieberit $Co(SO_4) \cdot 7\ H_2O$
Malardit $Mn(SO_4) \cdot 7\ H_2O$

Grupa epsomitului

Epsomit $Mg(SO_4) \cdot 7\ H_2O$
Goslarit $Zn(SO_4) \cdot 7\ H_2O$
Morenosit $Ni(SO_4) \cdot 7\ H_2O$
Tauriscit $Fe(SO_4) \cdot 7\ H_2O$

7. Tipul $A_2B(XO_4)_4 \cdot xH_2O$

Ransomit $Cu(Fe, Al)_2(SO_4)_4 \cdot 7\ H_2O$
Römerit $Fe^{2+}Fe_2^{3+}(SO_4)_4 \cdot 14\ H_2O$

Grupa halotrichitului

Pickeringit $MgAl_2(SO_4)_4 \cdot 22\ H_2O$
Halotrichit $Fe^{2+}Al_2(SO_4)_4 \cdot 22\ H_2O$
Apjohnit $Mn^{2+}Al_2(SO_4)_4 \cdot 22\ H_2O$
Dietrichit $ZnAl_2(SO_4)_4 \cdot 22\ H_2O$
Bilinit $Fe^{2+}Fe_2^{3+}(SO_4)_4 \cdot 22\ H_2O$
Redingtonit $(Fe^{2+}, Mn^{2+}, Ni)(Cr, Al)_2(SO_4)_4 \cdot 22\ H_2O$?

8. Tipul $A_2(XO_4)_3 \cdot xH_2O$

Lausenit $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 6\ H_2O$
Kornelit $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7\ H_2O$
Coquimbit $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9\ H_2O$
Paracoquimbit $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9\ H_2O$
Quenstedtit $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 10\ H_2O$
Alunogen $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18\ H_2O$

III. SULFAȚI ANHIDRI CU GRUPĂRI HIDROXIL SAU HALOGEN

1. Tipul $A_m(XO_4)_pZ_q$, unde: $m : p > 2 : 1$

Brochantit $Cu_4(SO_4)(OH)_6$
Antlerit $Cu_3(SO_4)(OH)_4$
Caracolit cloro-sulfat de Na, Pb
Clorotionit $K_2Cu(SO_4)Cl_2$
Schairerit $Na_3(SO_4)(F, Cl)$
Sulfohalit $Na_6ClF(SO_4)_2$

2. Tipul $A_2(XO_4)Z_q$

Lanarkit $Pb_2(SO_4)O$
Dolerofanit $Cu_2(SO_4)O$
Linarit $PbCu(SO_4)(OH)_2$

Grupa alunitului

Alunit $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$
Natroalunit $NaAl_3(SO_4)_2(OH)_6$
Jarosit $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$
Amoniojarosit $(NH_4)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$
Natrojarosit $NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$
Argentojarosit $AgFe_3(SO_4)_2(OH)_6$
Carfosiderit $(H_2O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$
Beaverit $Pb(Cu, Fe, Al)_3(SO_4)_2(OH)_6$
Plumbojarosit $PbFe_6(SO_4)(OH)_{12}$
Euclorin sulfat bazic de K, Na, Cu

IV. SULFAȚI HIDRATAȚI CU CONȚINUT ÎN HIDROXIL SAU HALOGEN

1. Tipul $A_mB_n(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, unde: $(m+n) : p > 4 : 1$

Grupa connellitului

Connellit $Cu_{19}(SO_4)(OH)_{32}Cl_4 \cdot 3\ H_2O$
Buttgenbachit $Cu_{19}(NO_3)_2(OH)_{32}\ Cl_4 \cdot 3\ H_2O$
Glaucocerinit $Zn_{13}Al_8Cu_7(SO_4)_2(OH)_{60} \cdot 4\ H_2O$?
Moorcit $(Mg, Mn, Zn)_8(SO_4)(OH)_{14} \cdot 4\ H_2O$
Torreyit $(Mg, Mn, Zn)_7(SO_4)(OH)_{12} \cdot 4\ H_2O$
Spangolit $Cu_6Al(SO_4)(OH)_{12}Cl \cdot 3\ H_2O$
Cyanotrichit $Cu_4Al_2(SO_4)(OH)_{12} \cdot 2\ H_2O$
Zincaluminit $Zn_3Al_3(SO_4)(OH)_{13} \cdot 2^1/_2\ H_2O$
Woodwardit $Cu_4Al_2(SO_4)(OH)_{12} \cdot 2-4\ H_2O$?
Calcoalunit $CuAl_4(SO)(OH)_{12} \cdot 3\ H_2O$
Uranopilit $(UO_2)_6(SO_4)(OH)_{10} \cdot 12\ H_2O$
Metauranopilit $(UO_2)_6(SO_4)(OH)_{10} \cdot 5\ H_2O$

2. Tipul $A_4(XO_4)Zq \cdot xH_2O$

Klebelsbergit sulfat bazic de Sb
Langit $Cu_4(SO_4)(OH)_6 \cdot H_2O$?
Felsöbányait $Al_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot 5\ H_2O$?
Basaluminit $Al_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot 5\ H_2O$
Hidrobasaluminit $Al_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot 36\ H_2O$?
Glockerit $Fe_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot n\ H_2O$?

3. Tipul $A_mB_n(XO_4)_pZq \cdot xH_2O$, unde: $(m+n):p$ de la $5:2$ la $3:1$

Kamaresit $Cu_3(SO_4)(OH)_4 \cdot 6\ H_2O$?
Ettringit $Ca_6Al_2(SO_4)_3(OH)_{12} \cdot 26\ H_2O$
Devillit $Cu_4Ca(SO_4)_2(OH)_6 \cdot 3\ H_2O$
Serpierit $(Zn, Cu)_4\ Ca(SO_4)_2(OH)_6 \cdot 3\ H_2O$?

4. Tipul $(AB)_z\ (XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

Kainit $KMg(SO_4)Cl \cdot 3\ H_2O$
Ungemachit $Na_9K_3Fe(SO_4)_6(OH)_3 \cdot 9\ H_2O$
Clino-ungemachit
Zippeit $(UO_2)_2(SO_4)(OH)_2 \cdot 4\ H_2O$
Aluminit $Al_2(SO_4)(OH)_4 \cdot 7\ H_2O$

5. Tipul $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$

Natrocalcit $NaCu_2(SO_4)_2(OH) \cdot H_2O$
Metasideronatrit $Na_4Fe_2(SO_4)_4(OH)_2 \cdot 3\ H_2O$
Sideronatrit $Na_2Fe(SO_4)_2(OH) \cdot 3\ H_2O$
Johannit $Cu(UO_2)_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 6\ H_2O$
Vernadskit $Cu_4(SO_4)_3(OH)_2 \cdot 4\ H_2O$

6. Tipul $A(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

Metahohmannit $Fe_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 3\ H_2O$
Butlerit $Fe(SO_4)(OH) \cdot 2\ H_2O$
Parabutlerit $Fe(SO_4)(OH) \cdot 2\ H_2O$
Amarantit $Fe(SO_4)(OH) \cdot 3\ H_2O$
Hohmannit $Fe_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 7\ H_2O$
Fibroferit $Fe(SO_4)(OH) \cdot 5\ H_2O$?
Botryogen $MgFe\ (SO_4)_2(OH) \cdot 7\ H_2O$
Guildit $Cu_3Fe_4(SO_4)_7(OH)_4 \cdot 15\ H_2O$
Metavoltin $(K, Na, Fe)_5Fe_3^{3+}(SO_4)_6(OH)_2 \cdot 9\ H_2O$?

Slavikit $Na_2Fe_{10}(SO_4)_{13}(OH)_6 \cdot 63\ H_2O$?
Grupa copiapitului
Copiapit $Fe^{2+}Fe_4^{3+}(SO_4)_6(OH)_2 \cdot 20\ H_2O$
Magneziocopiapit $MgF_4^{3+}(SO_4)_6(OH)_2 \cdot 20\ H_2O$
Cuprocopiapit $CuFe_4^{3+}(SO_4)_6(OH)_2 \cdot 20\ H_2O$
V. DIFERIȚI SULFAȚI
1. Tipul amestec
Hanksit $Na_{22}K(SO_4)_9(CO_3)_2Cl$
Caledonit $Cu_2Pb_5(SO_4)_3(CO_3)(OH)_6$
Wherryit $Pb_4Cu(CO_3)(SO_4)_2(OH, Cl)O$
Burkeit $Na_6(SO_4)_2(CO_3)$
Ardealit $Ca_2(PO_3OH)SO_4 \cdot 4\ H_2O$

I. SULFAȚI ANHIDRI ACIZI ȘI NORMALI

1. SULFAȚI ANHIDRI ACIZI

MERCALLIT $KH(SO_4)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,8609 : 1 : 1,9344.
Habitus: cristale tabulare (001), uneori ușor alungite [100], stalactite. Forme principale: c (001), b (010), a (100), l (120), m (110), n (210), k (012), q(011), u (021), s (102), r (101), x (113), ι (111), z (121), y (211). *Clivaj*: absent. G=2,310. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor la varietățile pure, slab-albăstrui în amestec cu Cu (*vezuvin*).

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: α=b, β=c, γ=a; indicii de refracție: α=1,445, β=1,460, γ=1,491; biax pozitiv, $2V_\gamma$=56°.

Ocurență. Apare în fumarolele craterului Vezuviu.

2. SULFAȚI ANHIDRI NORMALI. TIPUL $A_2(XO_4)$

A. Grupa mascagnitului

MASCAGNIT $(NH_4)_2(SO_4)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,5642 : 1 : 0,7309.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,98; b_0=10,62; c_0=7,78 Å; conține $(NH_4)_8(SO_4)_4$.

Habitus: cristale prismatice [001], uneori tabulare (010), rar prismatice (100) sau tabulare (100); forma de cristale este foarte rar întîlnită, mai frecvent apărînd cruste, stalactite. Forme principale: c(001), b(010), a(100), f(130),

m(110), x(012), w(034), u(011), v(021), q(112), o(111). *Macle*: (110) comune, prin repetare forme pseudohexagonale. *Clivaj*: (001) bun. *Spărtură*: neregulată. $H=2$. $G=1,76$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor la varietăţile pure sau cenuşiu, galben, galben de lămîie. *Transparent* în cristale largi, devine tulbure datorită incluziunilor, translucid pînă la opac în dendrite şi agregate. *Higroscopic*.

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$; indicii de refracţie în λ_{Li}: $\alpha=1,5177$, $\beta=1,5199$, $\gamma=1,5297$; $2V_\gamma=52°18'$; indicii de refracţie în λ_{Na}: $\alpha=1,5202$, $\beta=1,5230$, $\gamma=1,5330$; $2V_\gamma=52°12'$.

Ocurenţă. Produs fumarolian, mascagnitul se întîlneşte la Vezuviu, Etna, în solfatare la Toscana, în Italia; în fumarole la Nymlagira (Africa); la Commentry (Franţa); la Bradley, Staffordshire (Anglia); la Arniston, Midlothion (Scoţia); la Kladno (R. S. Cehoslovacă); în geysere la Sonosna County, California.

ARCANIT $K_2(SO_4)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,5727 : 1 : 0,7418 (crist. artif.).

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,731$; $b_0=10,008$; $c_0=7,424$ Å.

Habitus: foarte rar în cristale. *Macle*: (110), ciclice, grup pseudohexagonal. *Clivaj*: (010) şi (001) bun. $G=2,663$. *Culoare*: alb.

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\alpha=b$, $\beta=a$, $\gamma=c$; indicii de refracţie: $\alpha=1,4935$, $\beta=1,4947$, $\gamma=1,4973$; biax pozitiv, $2V_\gamma=67°20'$.

Ocurenţă. Se găseşte la Santa Ana, Trabuco Canyon, Orange County, California (S.U.A.).

APHTHITALIT $(K, Na)_3Na(SO_4)_2$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relaţia axială: a : c=1 : 1,2879.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,65$; $c_0=7,29$ Å; conţine $K_3Na(SO_4)_2$.

Habitus: cristale tabulare (0001), cu o pronunţată dezvoltare trigonală; uneori cristale cu aspecte pseudorombice; maclele (11$\bar{2}$0) de tip aragonit

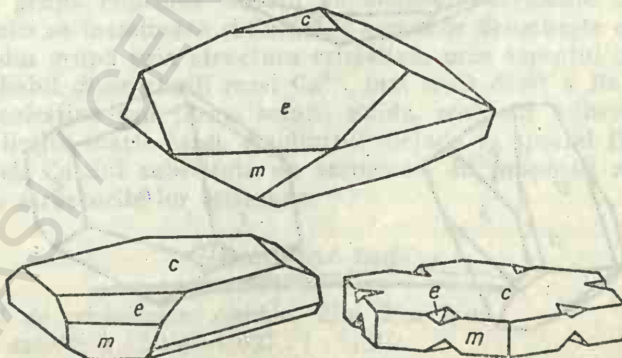


Fig. 103. Cristale de aphthitalit: c(0001); m(10$\bar{1}$0); e(10$\bar{1}$2).

imprimă forme pseudohexagonale; agregate cristaline, cruste, masiv. Forme principale: c(0001), m(10$\bar{1}$0), —e(01$\bar{1}$2), r(10$\bar{1}$1), —r(01$\bar{1}$1), a(11$\bar{2}$0), —g(01$\bar{1}$4), s(11$\bar{2}$1), x(02$\bar{2}$1). *Macle*: (0001) și (11$\bar{2}$0) se repetă; tabulare de tip aragonit. *Clivaj*: (10$\bar{1}$0) bun și (0001) clar. *Spărtură*: concoidală sau neregulată. $H=3$. $G=2{,}656$. *Luciu*: sticlos, tinde spre rășinos. *Culoare*: rar incolor, de regulă alb, uneori cenușiu, verzui, roșcat, datorită incluziunilor cu fier.

Proprietăți optice. Incolor; indicii de refracție variază în funcție de raportul între sodiu și potasiu. Pentru K_2SO_4, Na_2SO_4 egal cu 2,46:1, $\varepsilon=1{,}491$ și $\omega=1{,}499$, pentru un raport de 2,12 : 1, $\varepsilon=1{,}490$ și $\omega=1{,}496$, iar pentru un raport 0,51 : 1, $\varepsilon=1{,}487$ și $\omega=1{,}492$; uniax pozitiv; uneori anomalii optice; biax cu 2V foarte mic.

Ocurență. Apare în diferite moduri, fiind produs vulcanic, fumarolian sau constituent al depozitelor saline, oceanice și lacustre. Este întîlnit în produsele vulcanului Vezuviu, asociat cu thenardit, jarosit, silvină, hematit, și ale Etnei. În depozite saline se găsește la Douglas Rall, aproape de Stassfurt (R. D. Germană). În S.U.A. apare în depozite cu borați, la Searles Lake, Bernardino County (California) și la Eddy County (New Mexico).

THENARDIT $Na_2(SO_4)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,7984 : 1 : 0,4771.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9{,}77$; $b_0=12{,}31$; $c_0=5{,}86$ Å; conține $Na_{16}(SO_4)_8 \cdot Z=8$.

Habitus: bipiramidal (111), tabular (010), cu striuri (101), care se dezvoltă puternic; rar cristale prismatice [100]; cruste, mase pulverulente, eflorescențe. Forme principale: b (010), r (011), d (101), o (111), s (311), a (100), m (110),

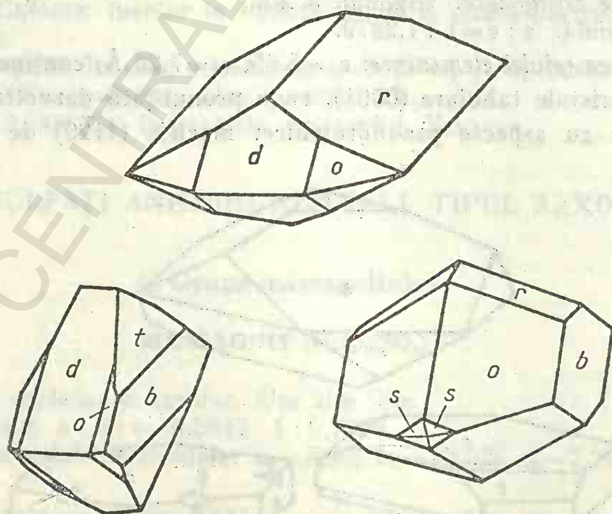


Fig. 104. Cristale de thenardit: o(111); b(010); r(011); s(311); t(061); d(101).

u (301), v (131). *Macle*: (110) comune, în grupuri cruciforme, uneori (011) apropiat de macla gipsului. *Clivaj*: (010) perfect, (101) bun, (100) slab. *Spărtură*: neregulată. $H=2^1/_2$. $G=2{,}67$. *Luciu*: sticlos; tinde spre cel rășinos. *Culoare*: incolor la varietățile pure sau ușor colorat în cenușiu, alb, galben, galben-brun sau roșcat.

Proprietăți optice. Incolor: orientarea: $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$; indicii de refracție pentru λ_{Na}: $\alpha=1{,}4664-1{,}4710$, $\beta=1{,}4729-1{,}4770$, $\gamma=1{,}4812-1{,}4840$; biax pozitiv, $2V_\gamma=82°35'$.

Chimism. Precipită din soluții suprasaturate, numai la temperaturi mai mari de 32,5°C; sub această temperatură cristalizează mirabilitul, sulfatul cu 10 molecule apă de cristalizare. Thenarditul, la temperatura camerei, într-o atmosferă umedă, se hidratează și se acoperă cu o crustă albă de sulfat de sodiu hidratat, care cu timpul se transformă într-o pulbere.

Ocurență. Se formează în unele lacuri sărate, împreună cu mirabilitul, precipitîndu-se direct la temperaturi mai mari de 33°, din soluție saturată în ioni de Na^+ și SO_4^{2-}. Apare și din deshidratarea mirabilitului în zăcămintele fosile de sulfat de sodiu, formate în decursul perioadelor geologice și în regiunile de deșert cu climă aridă. Se întîlnește în unele regiuni vulcanice, de exemplu la Vezuviu, ca produs fumarolian.

În U.R.S.S. se cunoaște marele zăcămînt de thenardit de la Küren—Dag, situat în depozite pliocene, în Transcaspica, sub formă de lentile. Se mai găsește în lacurile actuale din Kazahstanul de nord—est, în cele de la nord de Marea Caspică și în Transcaucazia. În S.U.A. apare în California (la Lake Searles, Soda Lake, Carrizo Plain, Death Valley), în Arizona (la Camp Verde, Yavapai County) și în Nevada (la Rhodes Marsh, Esmeralde County). În Africa se găsește în diverse lacuri din deșertul Libiei, în deșertul Sahara. În Chile apare la Tarapaca, la Caracoles în provincia Antofagasta, la Agnos Blancas și Capiapo în provincia Atacama.

3. TIPUL $A(XO_4)$

A. Grupa baritinei

Această grupă cuprinde sulfații cu elemente bivalente cu raze ionice mari. Deci, aici se încadrează și $Ca(SO_4)$; acesta se deosebește esențial de ceilalți sulfați din grupă prin structura cristalină, prin aspectul cristalelor etc., datorită probabil dimensiunii razei Ca^{2+}, mai mică decît a Ba^{2+}, Sr^{2+}, Pb^{2+}. Baritina și celestina pot forma soluții solide, continui, substituirea Ba : Sr mergînd în limite foarte largi. Anglezitul include în special Ba și numai în cantități mici. Calciul substituie, de asemenea, în proporții reduse atît Ba cît și Sr din structurile lor cristaline.

BARITINA $Ba(SO_4)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=1,627 : 1 : 1,310.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8{,}87$; $b_0=5{,}45$; $c_0=7{,}14$ Å; conține $Ba_4(SO_4)_4 \cdot Z=4$.

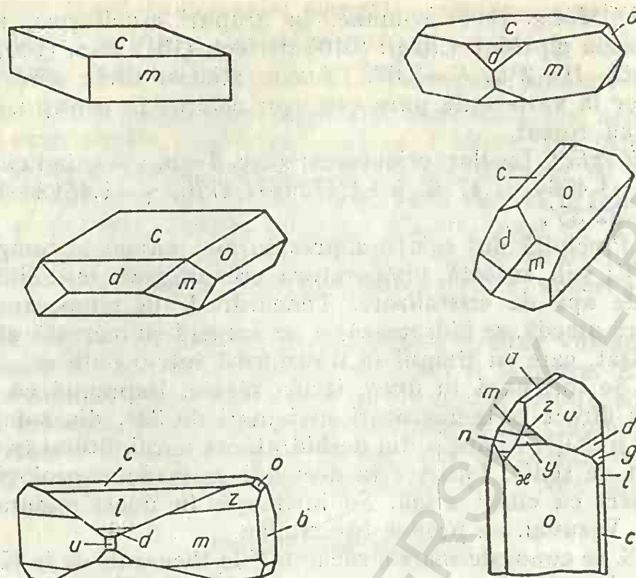


Fig. 105. Cristale de baritină: c(001); d(101); m(210); n(110); z(211); b(010); u(201); o(011); l(102); g(203); y(111); a(100).

Habitus: cristale tabulare (001), uneori (210), cu combinații (101), (011), alteori forma tabulară (001) se dezvoltă [100] sau [010]. Cristale prismatice [001], [100] sau [010]. Deseori apar în agregate granulare, mai rar compacte, criptocristaline, pămîntoase. Se mai întîlnesc sub formă de stalactite, cu structură concentrică zonară. Se cunosc și concrețiuni sferice, elipsoidale cu structură radiară; adeseori pot fi observate druze frumoase, de cristale mici. Forme principale: c (001), b (010), a (100), x (230), n (110), m (210), o (011), i (021), w (103), l (102), g (203), d (101), u (201), y (111), q (214), s (121), z (211). (001) ∧ (211) = =64°18′, (210) ∧ (2$\bar{1}$0) = 78°20′, (001) ∧ (011) = 52°42′, (001) ∧ (101) = 38°51′. *Macle*: (201), (011) foarte puțin frecvente; de obicei se întîlnesc macle polisintetice care dau fețelor lor aspecte neregulate. *Clivaj*: (001) imperfect, (210) aproape perfect, (010) imperfect. *Spărtură*: neregulată. $H=3-3^1/_2$. $G=4{,}48$. *Luciu*: sticlos, tinde spre rășinos; pe suprafața (001) sidefos.

Culoare: rar varietăți transparente, pure, incolore; de regulă colorată în galben, brun, brun-închis, roșu, cenușiu, mai rar verde sau albastru. Frecvent pigmentată prin material fin dispersat, de hematit, sulfuri sau substanțe organice. Distribuția acestor incluziuni se face fie dezordonat fie în mod regulat, fie în inele concentrice formînd structuri zonare, în formă radiară sau pe suprafețele de clivaj. *Urmă*: albă. *Diamagnetică*.

Proprietăți optice. În secțiuni subțiri, incoloră, galbenă, brun-verde, albastru-deschis etc., în funcție de varietatea cristalului. Orientarea: $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$; indicii de refracție în λ_{Na} la temperatura camerei: $\alpha=1{,}6362$, $\beta=1{,}6373$, $\gamma=1{,}6482$. Biax pozitiv, $2V_\gamma=36°$; indicii de refracție și ∢2V variază cu temperatura. Pleocroism clar, absorbție $\gamma>\beta>\alpha$.

Tabelul 161

Proprietăți optice

Varietatea	α	β	γ
Brun	galben-închis	galben	violet
Galben	brun-gălbui-deschis	brun-gălbui	brun
Verde	incolor	verde-pal	violet-ametist
Albastru-verzui	violet-albăstrui	verde-albăstrui	violet

Chimism. În sulfatul de bariu este prezent frecvent Sr, substituind Ba; uneori Ba : Sr=1 : 1. Calciul substituie și el Ba, în raport maxim de Ca : Ba= =1 : 12. Un alt substituent este Pb, care indică proporția Pb : Ba=1 : 4. Mai pot fi prezenți (NH_4), (MnO_4), (SeO_4), (CrO_4), uneori și (SO_4). Hg este prezent sub formă de urme.

Tabelul 162

Analize chimice

	1	2	3	4	5
BaO	65,70	65,06	61,58	48,60	48,95
SrO	—	0,17	2,70	14,70	—
CaO	—	0,25	urme	—	—
PbO	—	—	—	—	17,78
SO_3	34,30	34,51	34,44	36,20	32,24
Rez.	—	0,11	0,91	—	0,60
Total	100,00	100,10	99,63	99,50	99,57

1 — $Ba(SO_4)$. 2 — Racalmuto (Sicilia); CO_2 — urme. 3 — Marano (Italia); Fe_2O_3=0,60, H_2O=0,31. 4 — Sr-baritină; Clifton (Anglia). 5 — Pb-baritină; Shibukuro (Japonia).

În structura cristalină ionii de Ba^{2+} și S^{6+} sînt așezați la distanța de $^1/_4$ și $^3/_4$ din dimensiunea axului „b". Grupele SO_4^{2-} sînt orientate în poziții tetraedrice, astfel încît 2 ioni de O^{2-} stau orizontal, iar alți doi ioni de O^{2-} sînt situați în cruce față de primii. Fiecare ion de Ba^{2+} este înconjurat de 12 ioni de oxigen ce aparțin la 7 grupe diferite de SO_4^{2-}.

Ocurență. Se formează prin diferite procese, de regulă numai la temperaturi joase și la o tensiune a oxigenului ridicată. Ca și alți sulfați anhidri nu este întîlnită ca mineral magmatogen în roci eruptive, nici în roci metamorfice de adîncime. De obicei se găsește în zăcăminte hidrotermale. Apare ca însoțitor în multe zăcăminte de minereuri de mangan, împreună cu magnetitul, braunitul, și de fier, împreună cu sideritul și hematitul; se cunosc filoane cu baritină care conțin aur. În cantități mici baritina apare sub formă de concrețiuni în roci sedimentare, în alte condiții decît celestina, anhidritul, gipsul. Ea nu poate fi întîlnită în zăcăminte de sare; frecvent este întîlnită în calcare în sedimente de minereuri de mangan, în depozite argiloase, nisipoase și alte sedimente din zona litorală a mărilor. Acest lucru se explică prin faptul că

sărurile solubile de bariu, aduse de apele de suprafață de pe uscat, chiar la primul contact cu ionii SO_4^{2-} din apa mării, formează imediat sulfatul de bariu, practic insolubil. Nodule de baritină se găsesc și în mîlurile din mările actuale.

În pătura de alterație a rocilor și zăcămintelor metalifere din regiunile cu climă uscată pot fi observate deseori cristale mici de baritină cu habitus prismatic, în asociație cu gips și hidroxizi de fier. Baritina este un mineral chimic, stabil, din care cauză se găsește în aluviuni, în fragmente mari și în nisipurile obținute în urma spălării aluviunilor.

În România apare ca lentile, filoane sau corpuri metasomatice, singură sau ca gangă a unor mineralizații metalifere în șisturi cristaline (Răzoare, Cîrlibaba, Rodna, Ciocănești, Gheorghieni, Luncani, Teliuc, Ghelar, Rușchița, Muncelu Mic, Căpușu Mic, Măcin), în legătură cu magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra, Poiana Mărului, Somova), cu magmatismul banatitic (Oravița, Ciclova Română, Căpușu Mic) sau cu cel neogen (Ilba, Nistru, Baia Sprie, Cavnic, Brebu, Băiuț, Poiana Botizei, Țibleș, Rodna, Călimani, Deva, Săcărîmb, Hondol, Măgura—Toplița, Trestia, Crăciunești, Ruda—Barza, Căraci, Almașu Mic de Munte, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Roșia Montană, Baia de Arieș), în formațiuni sedimentare de diferite vîrste (Poienile de Sub Munte, Pleși, Colțești, Copăceni, Baciu).

Dintre concentrațiile din alte țări amintim pe cele din R. F. Germania (M. Harz), din R. D. Germană (Saxonia și M. Harz), din Austria (Kitzbühel, Tirol), din Italia (Bologna), din Franța (Limagne, Puy de Dôme), din Spania (Castilia, Andaluzia), Anglia (comitatele Cumberland, Cornwall și Durham), Japonia (Shibukuro) și din S.U.A. (statele New York, Georgia, Missouri, Tennesse, Kentuchy, Virginia, Carolina de Nord, Alabama).

CELESTINA $Sr(SO_4)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,5616 : 1 : 1,2760.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,36; b_0=5,37; c_0=6,85Å; conține $Sr_4(SO_4)_4 \cdot Z=4$.

Habitus: cristale de dimensiuni diferite, tabulare (001), cu fața (210) dezvoltată, alungite [100], piramidale (122), alungite după [010] sau [001]; uneori tabulare (100), cu (100) și (001) dezvoltate și cu striuri. Mase granulare, lenticulare, rar lamelare, mase pămîntoase sau prezintă

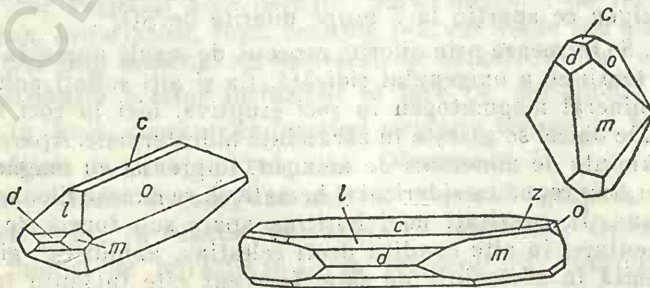


Fig. 106. Cristale de celestină: m(210); c(001); l(102); o(011); d(101); z(211).

forme stalactitice. Poate fi întîlnită sub formă de noduli, secreții și druze. Forme principale: c (001), b (010), a (100), n (110), m (210), h (012), o (011), l (102), d (101), y (111), x (122), f (213), z (211). (001) $\wedge$ (101) = 39°24′ (210) $\wedge$ (2$\bar{1}$0) = =75°58′, (001) $\wedge$ (011) = 52°04′, (001) $\wedge$ (211) = 64°22′. *Macle*: foarte rare; (210) sau (101) plan de maclă. *Clivaj*: (001) perfect, (210) bun, (010) slab sau (011) foarte slab. *Spărtură*: neregulată. $H=3-3\ ^1/_2$. $G=3{,}97$. *Luciu*: sticlos, tinde spre sidefos pe planele de clivaj. *Culoare*: incolor, albastru-pal, uneori alb, roșu, verde, brun.

Proprietăți optice: Incoloră sau foarte slab colorată, un pleocroism moderat, în tonuri de bleu, albastru-indigo, albastru de lavandă sau verde-albăstrui. Orientarea: $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$; indicii de refracție (λ_{Na}): $\alpha=1{,}6215$, $\beta=1{,}6237$, $\gamma=1{,}6308$; biax pozitiv. $2V_\gamma=49°$.

Chimism. Sulfat de stronțiu; Ba substitue Sr în limite foarte largi; Ca substituie Sr în cantități mici: Ca : Sr = 1 : 11.

Tabelul 163

Analize chimice

	1	2	3	4
SrO	56,42	54,67	45,66	32,83
CaO	—	0,46	1,30	—
BaO	—	0,78	8,47	26,18
SO_3	43,58	43,04	42,09	39,04
Rez.	—	0,59	1,03	—
Total	100,00	99,54	98,55	98,05

1 — $Sr(SO_4)$. 2 — Trichy (India). 3 — Caramanico (Italia). 4 — Lansdowne (Ontario — Canada).

Structura cristalină este identică cu structura baritinei.

Ocurență. Este întîlnită în zăcăminte cu dimensiuni destul de variate, sub formă de noduli, cuiburi, uneori mase compacte în complexe de roci sedimentare (dolomite, calcare, argile, marne, gips); sînt localizate în anumite orizonturi intercalate între roci. Se mai întîlnește în scheletul unor organisme marine, în special a unor grupe de *Radiolari*; uneori, în cochiliile de *Amoniți* și în alte fosile, probabil datorită depunerii sale mai tîrzii. Se întîlnesc foarte rar filoane hidrotermale tipice cu celestină, care conțin și galenă, blendă și alte sulfuri. A fost semnalată și în cavitățile unor roci eruptive.

În România apare ca mineral hidrotermal, în mineralizații din provincia banatitică (Băița—Bihor), sedimentogen secundar, în argile, marne, calcare terțiare, uneori formațiuni bituminoase, împreună cu gips, calcit, aragonit, uneori cu sulf, pirită, caz în care Sr pare să provină din aragonitul fosilelor (Pucioasa, Vulcana—Băi, Anina, Săndulești, Copăceni, Cheia, Cluj-Napoca, Dumbrava, Jeduc, Stana, Gilău, Căpușu Mic, Căpușu Mare).

În alte țări se găsește în R. D. Germană (Saxonia, Thuringia), în R. F. Germania (Bavaria), în Austria (Leogang, Salzburg), în Elveția, în Italia (la Montevecchio în Sardinia și în Sicilia), în Franța (la Wassy în departamentul

Haute—Marne, Condorcet în departamentul Drôme), în Egipt (Cairo, Mokattan Wadi-el Tih), în Scoția (la Clifton Yate, Wickwar Durdham Down și la St. Andrews Tifeshire), în S.U.A. (în statele New York, Pennsylvania, Ohio, California, Arizona), în Canada (la Lansdowne, Leeds County, Calabogie în provincia Ontario).

ANGLEZIT $Pb(SO_4)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,5701 : 1 : 1,2880.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,47; b_0=5,39; c_0=6,94 Å, conține $Pb_4(SO_4)_4 \cdot Z=4$.

Habitus: foarte variat; tabular (001), cu (210), (101) și fețe romboidale dezvoltate, alungire după [100] sau [010], prisme [001], cu fața (210) larg dezvoltată și striuri, prisme [100], cu fața (011) dezvoltată și prisme [010] cu fețele (101), (102) dezvoltate; cristale tabulare (100), piramidale (111), (211); mase granulare compacte, noduli, forme stalactitice cu structuri concentrice. Forme principale: c (001), b (010), a (100), n (110), m (210), o (011), l (102), d (101), y (111), t (221), r (212), p (312), z (211), k (230), h (320), x (122), s (232). Unghiuri (001) ∧ (101) =

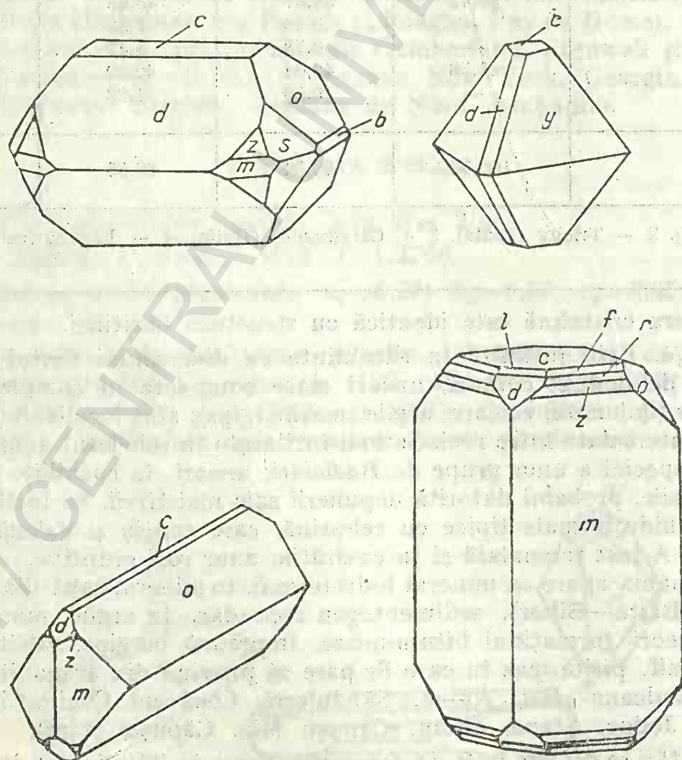


Fig. 107. Cristale de anglezit: c(001); b(010); m(210); o(011); l(102); d(101); y(111); f(214); z(211); r(212).

$=39°21'$, $(010)\wedge(001)=37°48'$, $(210)\wedge(2\bar{1}0)=76°18'$, $(001)\wedge(111)=56°48'$. *Clivaj*: (001) bun, (210) slab, (010) în urme. *Spărtură*: concoidală. $H=3$. $G=6,38$. *Luciu*: adamantin, pe unele varietăți, rășinos sau sticlos. *Culoare*: alb, cenușiu, galben, verde, albastru-deschis. *Urmă*: incoloră.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$; indicii de refracție: $\alpha_{Na}=1,8771$, $\beta_{Na}=1,8826$, $\gamma_{Na}=1,8937$; biax pozitiv, $2V_{\gamma}=75°24'$. Aceste valori corespund la temperatura camerei.

Geneză. Anglezitul este un mineral greu solubil, rezultat din oxidarea galenei și a altor sulfuri de plumb. Se formează în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb și zinc, fiind frecvent asociat cu ceruzitul, care arată o răspîndire mai mare. Anglezitul este primul compus oxigenat al plumbului, formîndu-se prin oxidarea galenei, de la periferie spre centru și de-a lungul direcțiilor de clivaj: $PbS+2O_2=PbSO_4$; sub acțiunea bioxidului de carbon, anglezitul trece la rîndul său în carbonat de plumb. Aceste două minerale sînt insolubile în apă, determinînd astfel o crustă albă în jurul cristalelor de galenă, care protejează porțiunea centrală de procesul de oxidare în continuare. Așa se explică de ce la spargerea nodulilor albi, rotunjiți, ce par a fi formați din minereuri de plumb complet oxidate, descoperim deseori galenă în partea lor centrală. Este caracteristic și faptul că în zonele de oxidare conținutul total de plumb este întotdeauna mai mare decît în minereurile primare de sulfuri. Acest fenomen este determinat de faptul că mineralele care însoțesc permanent galena, blenda și sulfurile de cupru trec prin oxidare în sulfați ușor solubili, care sînt apoi parțial îndepărtați și astfel minereurile oxidate se îmbogățesc în plumb. Anglezitul se poate forma și pe cale hidrotermală, dar numai în condiții fizico-chimice speciale. Poate lua naștere și în zăcămintele de suprafață prin activitatea apelor vadoase, saturate în oxigen liber, așa cum se întîmplă în cazul zăcămîntului din Schwarzenbach din Carinthia (Austria).

Ocurență. În România apare ca mineral supergen, în zone de oxidare a zăcămintelor de plumb de diverse tipuri genetice; anglezitul apare în șisturi cristaline (Vișeu de Sus, Cîrlibaba), legat de magmatismul mezozoic (Gemenea, Poiana Mărului, Șinca Nouă), de cel banatitic (Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Rusca Montană, Săvîrșin, Băița–Bihor) și cel neogen (Ilba, Baia Sprie, M. Țibleș, Băile Borșa, Stănija).

În Franța apare la Huelgoat și Poullavuen; în Italia, în Sardinia la Montevecchio; în U.R.S.S. în Siberia; în Tunisia la Sidi-Amor-beu-Salem; în Namibia la Tsumeb; în Australia la Broken Hill; în Tasmania la Dundse; în Mexic la Sierra Mojada Coahuila și Potosi; în S.U.A. la Boleo Lower (California), în Pennsylvania, Missouri, Utah, Idaho și Arizona.

ANHIDRIT $Ca(SO_4)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,892 : 1 : 0,999.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,22$; $b_0=6,97$; $c_0=6,96$ Å; conține $Ca_4(SO_4)_4 \cdot Z=4$.

Habitus: cristale tabulare (010), (100) sau (001), alungite [100], [001]. De regulă, în mase granulare, fibroase, orientate paralel sau radiar, forme concreționare. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), r (011), l (054), q(032), u (021), e (052), v (031), t (041), w (051), o (111), n (211), f (311), d (120).

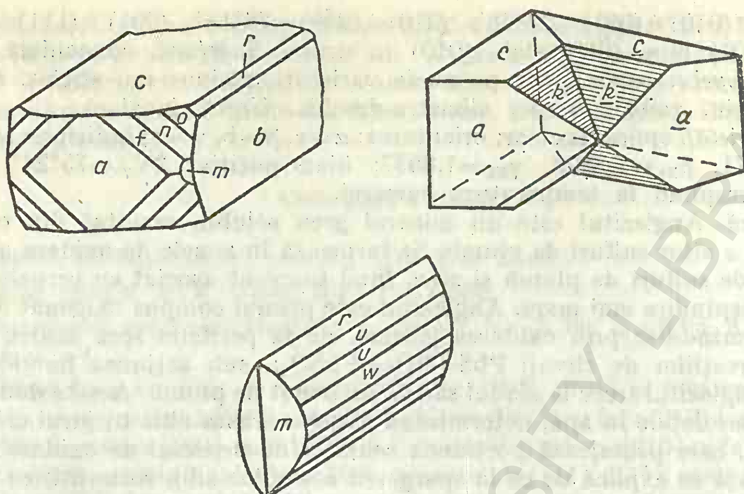


Fig. 108. Cristale de anhidrit: a(100); c(001); r(011); u(021); w(051); m(110); o(111); n(211); f(311); b(010).

Macle: (011) de contact și cîteodată polisintetice; (120) plan de maclă, rară, de contact. *Clivaj*: (010) perfect, (100) aproape perfect, (001) bun sau imperfect. *Spărtură*: neregulată. $H=3\,^1/_2$. $G=2{,}98$. *Luciu*: (010) sidefos, (001) sticlos, gras sau (100) sticlos; în mase masive, sticlos și sidefos. *Culoare*: albastru-deschis, violet, uneori alb, mov, roz, brun, roșcat, cenușiu, datorită impurităților (în special minerale argiloase). *Urmă*: albă, alb-cenușie.

Proprietăți optice. Incolor sau slab violet; pleocroic: α=incolor, roz-pal, galben-pal, β=violet-pal sau roz-pal, γ=violet; absorbția $\gamma>\beta>\alpha$; orientarea: $\alpha=b$, $\beta=a$, $\gamma=c$; indicii de refracție (λ_{Na}): $\alpha=1{,}5698$, $\beta=1{,}5754$, $\gamma=1{,}6136$; biax pozitiv, $2V\gamma=43°41'$. Aceste constante variază cu temperatura.

Chimism. În compoziția anhidritului apar ca substituenți izomorfi, Sr, Ba, în cantități mici, apoi, ca rezultat al amestecului intim, MgO, Al_2O_3, SiO_2 și H_2O, în urma unui proces de hidratare. Rețeaua cristalină este caracterizată prin așezarea ionilor de S^{6+} în centrul grupelor tetraedrice O^{2-}, fiecare ion de Ca^{2+} fiind înconjurat de 8 ioni de oxigen. Este caracteristic faptul că dimensiunile paralelipipedului a_0 și b_0 sînt aproape egale. Rețeaua elementară a anhidritului nu poate fi considerată ca fiind pseudotetragonală, deoarece pe planul cu axa „a" poziția ionilor pe fețele (001) și (010) nu este aceeași. Fața (001) este centrată, în timp ce pe fața (010) ionii de Ca^{2+} și $(SO_4)^{2-}$ nu formează serii orizontale.

Ocurență. Mase importante pot fi întîlnite în roci sedimentare. Fiind un produs de sedimentare chimică în lagune și în bazine marine, anhidritul este aproape întotdeauna însoțit de gips. Anhidritul se transformă ușor în gisp atunci cînd aflorează la suprafață. Această transformare are loc, după cum s-a constatat prin numeroase foraje, pînă la o adîncime de 100—150 m. Este evident că la adîncimi mari, presiunea rocilor de deasupra este atît de mare încît nu mai poate avea loc o creștere de volum a masei minerale, fenomen care însoțește transformarea anhidritului în sulfatul hidratat, gipsul. Foarte des găsim anhidrit în zăcămintele de sare, atît sub formă de cristale izolate, cît și sub formă de strate și intercalații, uneori extrem de subțiri, ce alternează

cu sare gemă, silvină, carnalit. Destul de rar poate fi întîlnit în unele zăcăminte filoniene hidrotermale și foarte sporadic în cele metasomatice de contact. Se mai poate găsi în cavitățile din lave, în regiunile cu activitate postvulcanică. Este foarte probabil că acele complexe groase de anhidrit întîlnite în regiunile bogate în gips au luat naștere prin deshidratarea gipsului datorită presiunii mari exercitată de rocile situate deasupra complexului de gips, care s-a depus anterior în bazinele saline. Totuși, în roci metamorfice de adîncime anhidritul lipsește în general, la fel ca și ceilalți sulfați.

Ca mineral primar, anhidritul apare în depozitele saline din formațiunile sedimentare ale diferitelor unități structurale din România (în triasicul inferior, mediu și superior în fundamentul Cîmpiei Române, în jurasicul superior în fundamentul părții sud—estice a Podișului Moldovei, în miocenul Podișului Moldovei, Carpaților Orientali, Depresiunii Getice, Bazinului Transilvaniei, la Turda, Cheia), în ganga unor filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (Cavnic).

În U.R.S.S. se găsesc masive de anhidrit în complexele de gips de vîrstă permiană, de-a lungul Uralilor de Vest, în regiunile Arhanghelsk, Vologda, Kuibîșev, Gorki, Donbas. Cristale frumoase de anhidrit sînt în M. Harz la Andreasberg, în Austria în landurile Tirol, Salzburg și Styria, în Elveția în cantoanele Vaud și Valais, în Franța în departamentul Ariège, în R.P. Polonă la Wieliczka, în Japonia la Hanoaka Kano și Ugo, în S.U.A. în statele New York, New Jersey și New Mexico, în Canada în provinciile Nova Scoția și Quebec.

4. TIPUL $A_mB_n(XO_4)_p$

GLAUBERIT $Na_2Ca(SO_4)_4$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=1,2200 : 1 : 1,0275; β=112°11'.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=10,01; b_0=8,21; c_0=8,43 Å. Z=4.

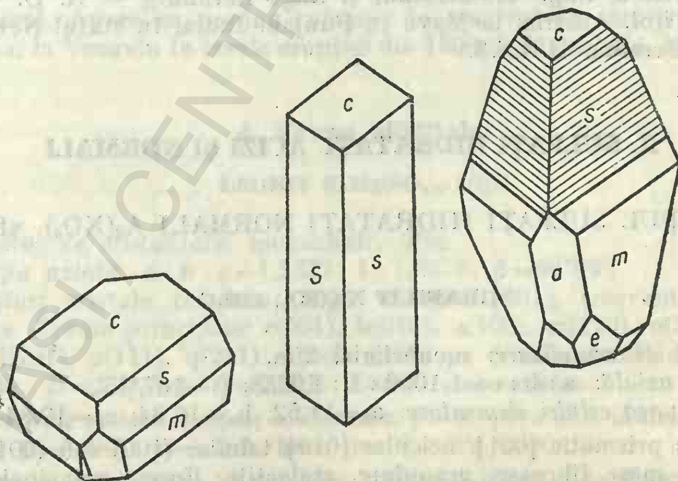


Fig. 109. Cristale de glauberit: a(100); c(001); m(110); s(111), e($\bar{3}$11).

Habitus: cristale tabulare (001), prismatice, dezvoltate după [$\bar{1}$01], precum şi (111), bipiramidale, combinaţii (111) şi (110), prisme [001] cu feţele (110) şi (001) larg dezvoltate. Forme comune: c (001), a (100), m (110), s (111), n ($\bar{1}$11), x ($\bar{3}$31), e ($\bar{3}$11), v ($\bar{1}$13), u ($\bar{1}$12). *Clivaj*: (001) perfect, (110) slab. *Spărtură*: concoidală. $H=2\ ^1/_2-3$. $G=2{,}75$. *Luciu*: sticlos, uneori sidefos pe (001). *Culoare*: de regulă cenuşiu, gălbui, roşcat, datorită oxizilor de fier, uneori incolor. *Urmă*: albă.

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\beta \wedge c=12°, \gamma=b$; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}515$, $\beta=1{,}535$, $\gamma=1{,}536$; biax negativ, $2V_\alpha=7°$, $2E=10°$.

Ocurenţă: Se găseşte în depozite saline, în cristale în Spania la Villarubia în provincia Toledo, în Franţa la Varangéville lîngă Nancy şi la Sorena în triasic, în Austria la Hallstadt, în Italia în fumarole în insulele Vulcano şi Lipari, în U.R.S.S. în permian în Başchiria, în India la Mayo în statul Punjab, în Chile, în S.U.A. în statele New Jersey, Texas şi New Mexico.

A. Grupa langbeinitului

LANGBEINIT $K_2Mg_2(SO_4)_3$

Sistemul de cristalizare: cubic, 2 3.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9{,}98$ Å; conţine $K_8Mg_8(SO_4)_{12}\cdot Z=4$.

Habitus: rar în cristale, noduli, granule diseminate. Forme principale: a (001), d (011), o (111), —o ($\bar{1}$11), e' (012), f' (103), e' (102), —j ($\bar{1}$22), n (112), —n ($\bar{1}$12). *Clivaj*: absent. *Spărtură*: concoidală. $H=4$. $G=2{,}83$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor la varietăţile transparente, uneori gălbui, roz, roşcat, violet, verzui şi cenuşiu.

Proprietăţi optice. Incolor; izotrop; indicele de refracţie $n_{Li}=1{,}5323$, $n_{Na}=1{,}5347$, $n_{Tl}=1{,}5370$.

Ocurenţă. În România se întîlneşte în zăcămintele de săruri de potasiu şi magneziu de la Găleanu şi Tazlău. Se mai găseşte în depozite de săruri de potasiu, lîngă Halberstadt şi lîngă Bernburg — R. D. Germană; la Hall în Tirol, Austria; la Mayo în Punjab, India; în statul New Mexico, S.U.A.; în Ucraina, U.R.S.S.

II. SULFAŢI HIDRATAŢI ACIZI ŞI NORMALI

1. TIPUL SULFAŢI HIDRATAŢI NORMALI $A_2(XO_4)\cdot xH_2O$

MIRABILIT $Na_2(SO_4)\cdot 10H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: $a:b:c=1{,}1096:1:1{,}2388$; $\beta=107°45'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11{,}52$; $b_0=10{,}34$; $c_0=12{,}84$ Å. $Z=4$.

Habitus: prismatic [001], acicular [010], tabular (100) sau (001). Masiv, eflorescenţe, mase fibroase, granulare, stalactite. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), v(021), r($\bar{1}$01), d(111), n($\bar{1}$11). *Macle*: rare, de întrepă-

trundere (001) sau (100). *Clivaj*: (100) perfect, (001), (010) şi (011) slab. *Spărtură*: concoidală. $H=1\,^1/_2 - 2$. $G=1{,}490$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: alb. *Urmă*: albă.

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\alpha = b$, $\gamma \wedge c = 31°$ (Li); indicii de refracţie (λ_{Na}): $\alpha=1{,}396$, $\beta=1{,}410$, $\gamma=1{,}419$; biax negativ, $2V_\alpha=75°56'$, $2E=120°23'$.

Ocurenţă. În R. S. România apare ca depuneri în jurul lacurilor sărate din partea de est a Cîmpiei Române, la Lacul Sărat, Balta Albă, Ianca, Amara, Căianu, Bărăi, Chinteni, Giula.

Se întîlneşte în depozite saline, ca eflorescenţe în lave. În depozite apare la Great Salt Lake — S.U.A. şi în Golful Kara Bugaz — U.R.S.S. De asemenea în Austria la Hallein, Hallstadt, apoi în Spania la Mirauda, Ebro Alva şi în Italia în Sicilia.

2. TIPUL $A_2B(XO_4)_2 \cdot xH_2O$

SYNGENIT $K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: $a:b:c=1{,}3524:1:0{,}8710$; $\beta=104°05'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9{,}72$; $b_0=7{,}16$; $c_0=6{,}21$ Å; conţine $K_4Ca_2(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$.

Habitus: agregate lamelare, mai rar cristale individuale, tabulare (100,) prismatice [001]. Feţele de zonă [001] au striuri. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), q(011), r(101), u($\bar{1}$01), g(120). *Macle*: (100) comune, de contact. *Clivaj*: (110) şi (100) perfect, (010) slab. *Spărtură*: concoidală. $H=2^1/_2$. $G=2{,}603$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor sau gălbui, datorită incluziunilor.

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\alpha \wedge c = -2°17'$, $\gamma = b$; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}5010$, $\beta=1{,}5166$, $\gamma=1{,}5176$; biax negativ, $2V_\alpha=28°18'$.

Ocurenţă. Apare ca produs vulcanic în masivul de săruri de la Kalus în Ucraina; la Vezuviu în lavele erupţiei din 1906; la Haleakala, Maui, Insulele Hawaii.

A. Grupa blöditului

LEONIT $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: $a:b:c=1{,}2322:1:1{,}0376$; $\beta=95°09'$.

Habitus: cristale tabulare (100), alungite [001], frecvente fragmente neregulate. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), o(310), M(021), w(101), d(201), p(111), q(211). *Macle*: (100) pe cristale artificiale. *Spărtură*: concoidală. $H=2\,^1/_2-3$. $G=2{,}201$. *Luciu*: slab sticlos.

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\beta=b$, $\gamma \wedge a$ mic; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}479$, $\beta=1{,}482$, $\gamma=1{,}487$; biax pozitiv, $2V_\gamma=90°$.

Ocurenţă. Se găseşte în depozite saline la Eddy, Sea Counties — New Mexico, S.U.A.; la Stassfurt — R. D. Germană.

B. Grupa picromeritului

PICROMERIT $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,7413 : 1 : 0,4993; β=104°48'.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,06; b_0=12,26; c_0=6,11 Å; conține $K_4Mg_2(SO_4)_4 \cdot 12\,H_2O$. Z=2.

Habitus: cristale scurte prismatice [001], cruste sau masiv. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), q(011), e($\bar{2}$01), u($\bar{1}$11), s(130), n(120), o(111). *Clivaj*: ($\bar{2}$01) perfect. *H*=2 ½. *G*=2,028. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: alb, roșcat, gălbui, cenușiu, datorită concreșterilor.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha \wedge a = -1°$, β=b; indicii de refracție: α=1,4607, β=1,4629, γ=1,4755; biax pozitiv, $2V_\gamma$=47°54'.

Ocurență. Se întîlnește la Vezuviu — Italia; la Kalus, Ucraina — U.R.S.S.

3. TIPUL $A_mB_n(XO_4)_p \cdot xH_2O$
unde (m+n) : p<3 : 2 și >1 : 1

POLIHALIT $K_2Ca_2Mg(SO_4)_2 \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: a : b : c=0,931 : 1 : 0,856; α=92°29'; β=123°4'; γ=88°21'.

Habitus: cristale rare, tabulare (010), alungite [001], mase masive, fibroase, foioase. Forme principale: b(010), a(100), M(1$\bar{1}$0), o(1$\bar{2}$0), y($\bar{1}$01), z($\bar{1}$11), d(1$\bar{3}$1), l($\bar{3}$13), n($\bar{1}$31), t($\bar{1}$51), m(110), v(1$\bar{3}$0), w(1$\bar{4}$0), h(021), x(101), e(1$\bar{1}$1). *Macle*: (010) și (100) comune, polisintetice. *Clivaj*: (10$\bar{1}$) prefect, (010) întrerupt. *H*=3½. *G*=2,78. *Luciu*: sticlos sau rășinos. *Culoare*: incolor la

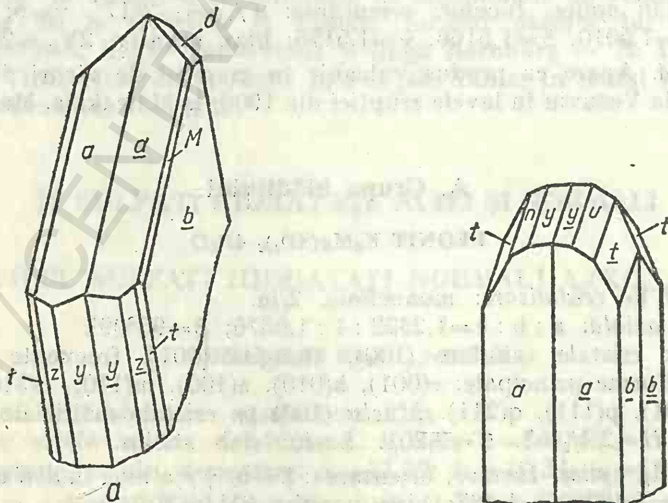


Fig. 110. Cristale de polihalit: y($\bar{1}$01); b(010); a(100); M(1$\bar{1}$0); n($\bar{1}$31); t($\bar{1}$51); z($\bar{1}$11); d(1$\bar{3}$1).

varietățile transparente, alb, cenușiu, roz, roz-brun la varietățile cu incluziuni, îndeosebi de oxizi de fier.

Proprietăți optice. Incolor; indicii de refracție: α=1,547, β=1,562, γ=1,567; biax negativ; $2V_{\alpha}$ =62° (proba Texas).

Ocurență. Se formează din soluțiile saline bogate în Mg, K și Ca, în limite de temperatură destul de largi, de la 0° la 80°. În zăcămintele din regiunea Stassfurt (R. D. Germană) formează un orizont independent situat între un orizont de anhidrit și unul de kieserit; uneori prezintă intercalații subțiri de sare gemă. Se mai întîlnește în Austria la Hallstadt, la Hall—Tirol; în Iran (noduli de polyhalit) la Maman; în U.R.S.S. de-a lungul Volgăi și în Kazahstanul de vest; în S.U.A. în statele Texas și New Mexico.

În România apare în formațiunile de săruri de potasiu și magneziu de la Găleanu și Tazlău.

4. TIPUL $AB(XO_4)_2 \cdot xH_2O$

A. Grupa alaunilor

ALAUN DE POTASIU $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

Sistemul de cristalizare: cubic, 2/3 3.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=12,21 Å; conține $K_4Al_4(SO_4)_8 \cdot 48H_2O$. Z=4.

Habitus: octaedric, mai rar cubic, de regulă agregate columnare, mase cristaline cu structuri granulare, cruste, stalactite, eflorescențe, mase pămîntoase. Forme principale: a(001), d(011), o(111), e(012), n(112), p(122). *Macle*: (111), foarte rare. *Spărtură*: concoidală. *Clivaj*: (111) urme. *H*=2. *G*=1,76. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor sau alb.

Proprietăți optice. Incolor; izotrop; n=1,456.

Ocurență. Sub formă de eflorescență pe formațiuni argiloase se asociază cu epsomitul, melanteritul, gipsul și sulful. Se găsește în Italia la Vezuviu, în Grotte Faraglione la Vulcano, în solfatare la Miseno; în Franța la Decazeville, Platoul Central francez; în Spania în Aragon; în Anglia la Whilby în Yorkshire; în Scoția la Glasgow; în Chile la Chuquicamata; în S.U.A. la Peak Esmeralda County în Nevada; în U.R.S.S. la Tambor și Ulianovsk în Caucazul de Nord, la Daghestan (Turkmenia), la Kara-Kum (Uzbekistan) și în M. Ural; în Japonia la Katmai.

ALAUN DE SODIU $NaAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

Sistemul de cristalizare: cubic, 2/m $\bar{3}$.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=12,19 Å; conține $Na_4Al_4(SO_4)_8 \cdot 48H_2O$.

Habitus: cristale obținute numai artificial, octaedrice. *Spărtură*: concoidală. *H*=3. *G*=1,67. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor.

Proprietăți optice. Incolor; n=1,4356 (68[illegible] mμ), 1,4480 (431 mμ); izotrop.

Ocurență. Se întîlnește în depuneri solfatariene la Pozzuoli, Miseno, lîngă Neapole în Italia, și la Cenopintado în Chile.

ALAUN DE AMONIU $(NH_4)Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

Sistemul de cristalizare: cubic, 2/m $\bar{3}$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 12,21$ Å; conține $(NH_4)_4Al_4(SO_4)_8 \cdot 48H_2O$.

Habitus: cristale obținute numai artificial, octaedrice, mase fibroase, columnare, eflorescențe. Forme principale: a(001), d(011) și o(111). *Spărtură*: concoidală. $H = 1^1/_2$. $G = 1,645$. *Luciu*: sticlos (pe cristal) și mătăsos (pentru masele fibroase). *Culoare*: incolor.

Proprietăți optice. Incolor, izotrop, ușor birefringent; datorită presiunilor prezintă deformări mecanice; indicii de refracție: n(686 mμ) = 1,4560, n(431 mμ) = = 1,4594, care în prezența K scad; astfel: n(686 mμ) = 1,4530, n(431 mμ) = = 1,4685. Raportul NH_4 : K = 635 : 365, respectiv formula este $(NH_4, K)Al(SO_4)_2 \cdot \cdot 12H_2O$.

Ocurență. Apare în fumarole, în R. S. Cehoslovacă, în R. P. Ungară la Tokod, în Italia la Pozzuoli, în S.U.A. la Geyseres, Sonoma County (California) și la Quay County (New Mexico).

5. TIPUL $A(XO_4) \cdot xH_2O$

A. Grupa kieseritului

KIESERIT $Mg(SO_4) \cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 0,8960 : 1 : 0,9779; β = 116°05′.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 6,89$; $b_0 = 7,61$; $c_0 = 7,63$ Å; conține $Mg_4(SO_4)_4 \cdot 4H_2O$. Z = 4.

Habitus: mase fin granulare, cristale bipiramidale ($\bar{1}11$), (110). Forme principale: m(110), u(011), v(111), x($\bar{1}12$), p($\bar{1}11$), b(010), t($\bar{1}01$), z(221). *Macle*: (001) rar de contact, uneori polisintetice [110]? *Clivaj*: (110) și (111) perfect, ($\bar{1}11$), ($\bar{1}01$), (011) imperfect. Friabil. $H = 3\,^1/_2$. $G = 2,571$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor, cenușiu, alb, gălbui.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: β = b, $\gamma \wedge c = +76\,^1/_2°$; indicii de refracție: α = 1,523, β = 1,535, γ = 1,586; biax pozitiv, $2V_{\gamma\,(Na)} = 55°$.

Ocurență. Se formează prin cristalizare directă dintr-o soluție salină, sulfatată, bogată în magneziu; se depune în lacuri sărate, în cazuri foarte rare, deoarece stabilitatea acestor compuși este foarte mică, în cazul unor temperaturi relativ scăzute. De obicei, se găsește în zăcămintele salifere vechi, unde s-a putut forma prin deshidratarea sub presiune a sulfaților de magneziu mai bogați în apă, epsomitul și hexahidritul.

În România se găsește în zăcăminte de săruri din zona flișului (Tg. Ocna, Găleanu, Tazlău).

În Austria apare la Hallstadt, în Italia în Sicilia, în U.R.S.S. la Saratov, în India în Punjab, în insulele Hawaii la Kilauca, în S.U.A. în depozite permiene în statele Texas, New Mexico și Utah.

SZOMOLNOKIT $Fe(SO_4) \cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,9344 : 1 : 1,0078; β=116°14'.

Habitus: bipiramidal ($\bar{1}$11), (110), tabular și paralel cu ($\bar{1}$11), stalactite. Forme principale: m(110), u(011), v(111), z(221), p($\bar{1}$11), d($\bar{2}$21), b(010), h(043). *Spărtură*: concoidală sau neregulată. $H=2\ ^1/_2$. $G=3{,}19$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: galben de sulf, brun-roșcat, uneori albăstrui sau incolor.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha \wedge c=-26°$, $\beta=b$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}591$, $\beta=1{,}624$, $\gamma=1{,}663$; biax pozitiv, $2V_\gamma=80°$.

Ocurență. Asociat piritei, szomolnokitul apare ca mineral secundar la Smolnik în Slovacia și la Valahov în Boemia, apoi la Quetena în Chile, la San Juan în Argentina și la Dividend în Utah (S.U.A.).

SZMIKIT $Mn(SO_4) \cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: probabil monoclinic.

Habitus: stalactite, mase pămîntoase. $H=1\ ^1/_2$. $G=3{,}15$. *Culoare*: alb, roz-roșcat, roșu.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\gamma=b$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}562$, $\beta=1{,}595$, $\gamma=1{,}632$; biax pozitiv, $2V_\gamma$ aproape 90°.

Ocurență. Se găsește în R. S. România în concrețiuni stalactitice roșietice, în filon hidrotermal legat de magmatismul neogen de la Baia Sprie.

GIPS $Ca(SO_4) \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,689 : 1 : 0,413; β=98°58'.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6{,}52$; $b_0=15{,}18$; $c_0=6{,}29$ Å; conține $Ca_4(SO_4)_4 \cdot 8\ H_2O$. Z=4.

Habitus: de obicei tabular (010), cu ($\bar{1}$11) și (120), mai rar prismatic sau columnar; alungire [001], mai frecvent (110) și (111). Fețele (010) și (110) sînt striate vertical. Se întîlnesc în cavități sub formă de druze, agregate fin cristaline, compacte, iar pe fisuri mase fibroase cu luciu mătăsos; fibrele dispuse perpendicular pe pereții fisurilor. *Macle*: macle de concreștere de două tipuri: (100) și (101), deosebindu-se greu unele de altele. Amîndouă ne amintesc

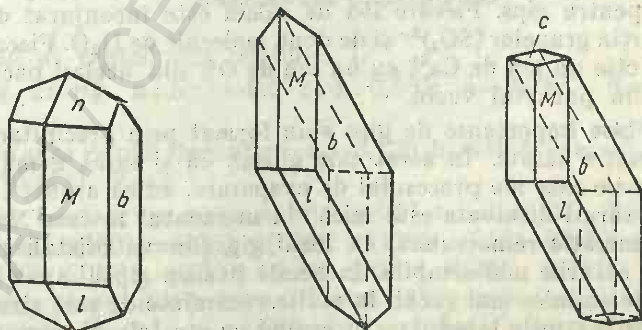


Fig. 111. Cristale de gips: n(011); M(120); b(010); l($\bar{1}$11); c(001).

prin forma lor de coada de rîndunică. Maclele (100) se caracterizează prin dispoziția paralelă a fețelor de prismă (110), față de planul de maclare, iar fețele de piramidă formează un unghi, în timp ce la maclele (101) fețele de piramidă sînt paralele cu suprafața de asociație a maclei. *Clivaj*: (010) perfect, (100) bun, (011) slab, (001) fibros; foițele sînt flexibile dar neelastice. $H=2$; variază ușor cu direcția. $G=2,317$. *Luciu*: semisticlos, (010) sidefos. *Culoare*: incolor la varietățile transparente, uneori alb, cenușiu, gălbui, brun. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. Incolor; biax pozitiv, $2V_{\gamma(Na)}=58°$.

Tabelul 164

Indicii de refracție la diferite temperaturi

λ	α		β		γ	
	12°	105°	12°	105°	12°	105°
Li (671)	1,5178	1,5154	1,5201	1,5158	1,5270	1,5243
Na (589)	1,5207	1,5184	1,5230	1,5188	1,5299	1,5274
Tl (535)	1,5231	1,5209	1,5255	1,5213	1,5325	1,5300

Tabelul 165

2E la diferite temperaturi

λ	11,5°	48°	75°
Li_{671}	99°16′	74°26′	52°14′
Na_{589}	100°36′	75°40′	54°18′
Tl_{535}	100°34′	75°23′	54°22′

Chimism. Sulfat de calciu cristalizat cu două molecule de apă. Sr și Ba substituie puțin Ca. Are structură stratificată, reprezentată prin două rețele plane, alcătuite din grupe de anioni $(SO_4)^{2-}$ strîns legate de ionii de Ca^{2+}, formînd strate duble orientate paralel cu planul (010); moleculele de H_2O sînt situate între pachetele de strate, ceea ce explică clivajul perfect atît de caracteristic pentru gips. Fiecare ion de calciu este înconjurat de 6 ioni de oxigen ce aparțin grupelor $(SO_4)^{2-}$ și de două molecule de H_2O. Fiecare moleculă de apă leagă cîte un ion de Ca^{2+} cu un ion de O^{2-} din același pachet și cu alt ion de O^{2-} din pachetul vecin.

Geneză. Mase importante de gips s-au format prin precipitare în bazine marine și lacustre sărate. În acest caz, gipsul, ca și sarea gemă, se depune numai în primele faze ale procesului de evaporare, adică atunci cînd concentrația în alte săruri dizolvate este mică. În momentul în care NaCl și $MgCl_2$ ating o concentrație remarcabilă, în locul gipsului va cristaliza anhidritul, iar mai tîrziu sărurile mai solubile. În aceste bazine, gipsul aparține probabil unor sedimente chimice mai vechi; în multe zăcăminte de sare stratele de gips se găsesc în orizonturile inferioare, alternînd cu stratele de sare, iar în unele cazuri stau direct pe calcare de precipitație chimică. Mase de gips iau naștere

prin hidratarea anhidritului în depozitele sedimentare, sub acțiunea apelor de infiltrație, la temperatură mică și la adîncimea de 100–150 m, după reacția: $CaSO_4 + 2H_2O = Ca(SO_4) \cdot 2H_2O$. Are loc simultan o creștere a volumului pînă la 30%, fapt care conduce la o serie de modificații locale în dispoziția stratelor din complexele gipsifere. În regiunile deșertice și semideșertice se întîlnește gipsul sub formă de filoane și noduli în pătura de alterație a celor mai variate roci din punctul de vedere al compoziției. Deseori se formează și pe calcare, datorită acțiunii exercitate de apele bogate în acid sulfuric sau sulfați dizolvați. Se mai întîlnește și în zonele de oxidare a zăcămintelor de sulfuri, însă nu în cantități prea mari, deoarece prezența unei cantități mari de H_2SO_4 mărește solubilitatea gipsului. Destul de rar putem întîlni gipsul ca mineral primar hidrotermal în zăcăminte de sulfuri, formate la temperaturi și presiuni joase. Pseudomorfoze de calcit, aragonit și malachit după gips sînt întîlnite în repetate rînduri.

Ocurență. În R. S. România apare ca mineral autigen în depozitele saline, care apar la diverse nivele în formațiunile terțiare din diferitele unități structurale ale țării. Sînt cunoscute depozite gipsifere în eocenul Bazinului Transilvaniei, în aquitanianul din Carpații Orientali, Depresiunea Getică, bazinul Brezoi–Titești (Carpații Meridionali), în helvețianul din Carpații Orientali, Bazinul Transilvaniei, Depresiunea Panonică, în tortonianul din Platforma Moldovenească, Carpații Orientali, Bazinul Transilvaniei și în sarmațianul din M. Apuseni. Ca mineral de gangă, asociat unor zăcăminte pirometasomatice hipotermale, legate de banatite, se întîlnește în Banat și în M. Apuseni, iar ca mineral de gangă în unele filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen, în Carpații Orientali.

Se găsește în Italia, în zăcămintele de sulf, în Sicilia, în depozitele Vezuviului, la Voltera, Toscana; în Elveția la Bex Vaud; în Franța, în depozite terțiare, în bazinul Parisului; în Austria la Ischel și Hall; în R. P. Polonă la Wieliczka și Swaszowice; în Anglia la Shotover Hill în Derbyshire; în Mexic la Chihuahua; în S.U.A. în statele New York, Michigan, Iowa, Kansas, New Mexico, Colorado, California.

B. Grupa calcantitului

CALCANTIT $Cu(SO_4) \cdot 5H_2O$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: a : b : c = 0,572 : 1 : 0,555; $\alpha = 97°35'$; $\beta = 107° 10'$; $\gamma = 77°33'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 6,120$; $b_0 = 10,670$; $c_0 = 5,960$ Å; conține $Cu_2(SO_4)_2 \cdot 10H_2O$. Z=2.

Habitus: cristale scurte prismatice [001], tabular ($\bar{1}11$). Forme principale: c(001), b(010), a(100), π(130), λ(120), m(110), ν(210), f(310), n($2\bar{1}0$), M($1\bar{1}0$), l($1\bar{2}0$), N($1\bar{4}0$), k(011), q($0\bar{1}1$), t($0\bar{2}1$), g($0\bar{3}1$), d(201), p(111), w($\bar{1}11$). *Macle*: [001] și [100[, planul (010) comun. *Clivaj*: ($1\bar{1}0$) imperfect, (110) urme. *Spărtură*: concoidală. *H*=2 ½. *G*=2,286. *Luciu* sticlos. *Culoare*: albastru de Berlin, albastru-deschis, uneori verde. *Urmă*: incoloră.

Proprietăți optice. Incolor sau albastru-deschis; indicii de refracție (λ_{Na}): $\alpha=1,5140$, $\beta=1,5390$, $\gamma=1,5434$; biax negativ, $2V_{\alpha}=56°02'$.

Ocurență. Se formează în zonele de oxidare ale mineralizațiilor de cupru, în regiunile cu climă uscată. Se mai găsește și sub formă de stalactite pe pereții galeriilor părăsite, neaerisite, din zonele de oxidare a zăcămintelor de cupru.

În R. S. România apare ca mineral supergen, format în zona de oxidare a zăcămintelor cuprifère sau polimetalice din fundamentul cristalin (Fundu Moldovei, Bălan, Muncelu Mic, Altîn-Tepe), din provincia banatitică (Moldova Nouă, Sasca Montană, Dognecea, Băița-Bihor) și din cel neogen (Ilba, Baia Sprie, Deva, Stănija).

Se găsește la Rammelsberg în M. Harz, apoi în Boemia (Cehoslovacia), la Zajecar în Serbia (Iugoslavia), la Rio Tinto (Spania) și la Chuquicamata (Chile).

C. Grupa hexahidritului

HEXAHIDRIT $Mg(SO_4)\cdot 6H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,4018 : 1 : 3,3890; $\beta=98°14'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10,06$; $b_0=7,16$; $c_0=24,39$ Å; conține $Mg_8(SO_4)_8\cdot 48\ H_2O$. Z=8.

Habitus: cristale columnare, fibroase, uneori tabulare (001). Forme principale: c(001), a(100), m(110), $\delta(\bar{1}04)$, $\rho(\bar{1}02)$, o(112), $\omega(\bar{1}12)$, $y(\bar{1}14)$. *Macle*: (001) și (110). *Clivaj*: (100) perfect. *Spărtură*: concoidală. *G*=1,757. *Culoare*: incolor, verzui. *Luciu*: sidefos sau sticlos.

Proprietăți optice. Incolor; $\alpha\wedge c=25°$; $\beta=b$; indicii de refracție: $\alpha=1,426$, $\beta=1,453$, $\gamma=1,456$; biax negativ, $2V_{\alpha}=38°$.

Ocurență. Asociat epsomitului, hexahidritul se găsește la Bonaparte River în Columbia Britanică (Canada), la Oroville în statul Washington (S.U.A.) și în Moravia (Cehoslovacia).

D. Grupa melanteritului

MELANTERIT $Fe(SO_4)\cdot 7H_2O$

PISANIT $(Fe, Cu)(SO_4)\cdot 7H_2O$

KIROVIT $(Fe, Mg)(SO_4)\cdot 7H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială pentru melanterit $Fe(SO_4)\cdot 7\ H_2O$: a : b : c=1,1828 : 1 : : 1,5427; $\beta=105°15'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=14,11$; $b_0=6,51$; $c_0=11,02$ Å, pentru melanterit; în general, celula conține $(Fe, Cu, Mg)_{16}(SO_4)_{16}\cdot 112\ H_2O$. Z=4.

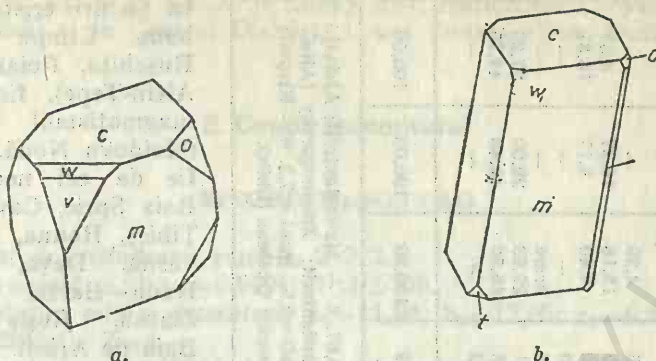


Fig. 112. Cristale de melanterit (a) şi pisanit (b): c(001); m(110); w(103); v(101); o(011); b(010); t(̄101).

Habitus: cristale prismatice scurte, cu feţele (110) şi (001) bine dezvoltate tabulare cu feţele (010), (10̄1) dezvoltate sau octaedrice cu o dezvoltare egală a feţelor (110), (001) şi (̄101). Pisanitul are o dezvoltare pseudoromboedrică sau prisme alungite după [001]. Mai apar: mase stalactitice, forme concreţionare, cruste cristaline şi mase pulverulente. Forme principale: c(001), a(100), b(010), m(110), o(011), w(103), v(101), s(̄105), t(̄101), r(111). *Clivaj*: (001) perfect, (110) slab. *Spărtură*: concoidală. $H=2$. $G=1,898$ pentru $Fe(SO_4)\cdot 7\ H_2O$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: alb-verzui sau alb-albăstrui, în funcţie de substituirile de Cu şi Fe. *Urmă*: incoloră.

Proprietăţi optice. În secţiuni subţiri incolore sau colorate verde-deschis.

Tabelul 166

Proprietăţi optice

	Melanterit	Kirovit	Pisanit Fe : Cu=1,7 : 1
α	1,4713	1,467	1,472
β	1,4782	—	1,479
γ	1,4856	1,476	1,487
$2V_\gamma$	85°27′	mare	mare
$\gamma \wedge c$	61°	12°	—

Chimism. Melanteritul este un sulfat de fier în care Cu substituie Fe, raportul maxim pentru temperatura normală fiind Cu : Fe=1,89 : 1. Speciile de melanterit la care proporţia Fe : Cu>5 : 1 sau (Fe, Mg) : Cu>5 : 1 poartă numele de *pisanit*. Mg substituie fierul, deseori în serii continue, raportul fiind Fe : Mg=1 : 1,38. În natură Mg : (Fe, Cu)>1 : 5. Fe mai poate fi substituit în cantităţi reduse de Zn, Co, Ni, Mn, iar raportul este: Zn : Fe=1 : 2,26. În kirovit, proporţia Cu : Mg : Fe=1 : 2,9 : 3,8. Ca impurităţi se citează prezenţa Al_2O_3; gradul de hidratare depinde de umiditatea mediului exterior.

Ocurenţă. Se formează din soluţii sulfatate suprasaturate într-un mediu lipsit de oxigen sub zona de oxidare a zăcămintelor de minereuri piritoase.

În România melanteritul apare ca mineral secundar, format în zona de oxidare a unor zăcăminte, conţinînd minerale primare ferifere, fie cantonate

Tabelul 167

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MgO	—	1,87	—	2,16	—	—	0,20	7,45	4,29	—	—
FeO	25,84	22,27	24,15	20,35	25,23	17,74	21,70	12,75	15,18	16,37	8,51
CuO	—	—	0,14	0,04	2,21	—	—	0,30	4,40	9,17	18,81
ZnO	—	—	—	—	—	8,92	—	0,50	—	—	—
MnO	—	—	—	0,05	—	—	1,90	0,18	urme	—	—
SO_3	28,80	29,19	28,81	31,15	31,14	28,85	26,30	30,51	29,93	29,00	27,93
H_2O	45,36	45,79	43,20	43,90	41,42	44,21	42,20	46,68	46,50	45,46	44,75
Rez.	—	—	3,70	1,96	—	—	7,70	1,42	—	—	—
Total	100,00	99,12	100,00	99,61	100,00	99,72	100,00	99,79	100,30	100,00	100,00

1 — $Fe(SO_4)\cdot 7H_2O$. 2 — Melanterit; Falun (Suedia). 3 — Melanterit; România; insol. = 3,05, Al_2O_3=0,67. 4 — Mg-melanterit; Alsósajó (Ungaria): K_2O=0,07, Na_2O=0,08, CaO=0,13, NiO — urme, Al_2O_3=0,63, Fe_2O_3=0,83. 5 — Cu-melanterit; Zmeinogorsky (Altai, U.R.S.S.). 6 — Zn-melanterit; Laurium (Grecia). 7 — Mn-melanterit; Lucky-Boy (Utah, S.U.A.); CaO=0,5, insol.=7,2. 8 — Kirovit; Kirovgrad (Ural). 9 — Cu-kirovit; Cehoslovacia. 10 — Pisanit, Leone Heights (California). 11 — Pisanit; Quetena (Chile).

în șisturi cristaline (Cîrlibaba, Cîmpu lui Neag, Rușchița, Poiana Mărului, Altîn-Tepe), fie legate de magmatismul banatitic (Moldova Nouă, Băișoara), fie de cel neogen (Ilba, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Țibleș, Rodna, Rupea, Covasna, Deva, Săcărîmb, Ruda—Barza, Stănija, Zlatna, Roșia Montană, Baia de Arieș).

Melanteritul se întîlnește în M. Harz la Rammelsberg, apoi în Bavaria, în Spania la Rio Tinto, în Franța la Saint-Bel, lîngă Lyon, în Suedia la Falun, în U.R.S.S. în M. Ural.

Kirovitul apare în U.R.S.S. la Kirovgrad, în R. S. F. Iugoslavia la Idria; în Italia la Gorizia.

Pisanitul este citat în S.U.A. la Alma și Leonta Heights (California), apoi în Turcia, în Austria la Ladwig în Carinthia și în Chile la Caleima.

MALLARDIT $Mn(SO_4)\cdot 7H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = =1,2245 : 1 : 1,5727; β= =104°51′.

Habitus: cristale tabulare (001), mase fibroase și cruste cristaline. Forme principale: c(001), m(110), q(011), s(103), r(101). *Clivaj*: (001) bun, probabil și după (110). *H* ~2. *G*=1,846. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: rozpal.

Proprietăți optice. Incolor; orientare: β=b; γ ∧ c= =43°; biax pozitiv.

Ocurență. Apare în S.U.A. la Lucky Boy, Butterfield Canyon, Salt Lake County (Utah) și în Central District, Grant County (New Mexico).

E. Grupa epsomitului

EPSOMIT $Mg(SO_4)\cdot 7H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2 2 2.

Relația axială: a : b : c=0,9901 : 1 : 0,5709.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=11,96; b_0=12,05; c_0=6,88 Å; conține $Mg_4(SO_4)_4\cdot 28H_2O$. Z=4.

Habitus: prismatic [001], frecvent fibros, cruste aciculare, eflorescențe, mase reniforme, stalactite. Forme principale: b(010), a(100), f(120), m(110), g(210), l(130), v(011), r(021), n(101), x(201), z(111), t(121), s(211). *Macle*: (110) rare. *Clivaj*: (010) perfect, (101) bun. *Spărtură*: concoidală. $H=2-2\,^1/_2$. G=1,68. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor în cristalele transparente; în agregate este alb, ușor colorat în roz.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=c$, $\gamma=b$; indicii de refracție variază în funcție de λ : α=1,433, β=1,455, γ=1,461; biax negativ, $2V_\alpha \sim 50°$.

Chimism. Sulfat hidratat de magneziu; în aer uscat pierde în mare parte apa de cristalizare, devenind tulbure. Deshidratarea prin încălzire are loc în salturi; la o temperatură de cca. 100°C pierde 5 molecule de apă, la 132°C pierde cea de-a șasea moleculă, iar ultima o pierde la 218–238°C. Sub formă de amestecuri izomorfe conține Ni, Fe^{2+}, proporția de substituire fiind Fe^{2+} : Mg~1 : 5. Mn^{2+} substituie Mg, raportul fiind Mn^{2+} : Mg~4 : 10. Cu, Co, de asemenea substituie Mg, dar în cantități minore.

Ocurență. Se formează prin evaporarea soluțiilor naturale de săruri din lacurile sărate sulfuroase, bogate în Mg, depunîndu-se printre primii sulfați de magneziu foarte bogați în apă. Pe măsură ce soluția de săruri se evaporă, sulfatul de magneziu cu 7 H_2O devine din ce în ce mai instabil, cedînd locul hexahidritului. Se întîlnește sub formă de eflorescențe pe suprafața rocilor, sub formă de cruste sau cristale aciculare pe pereții peșterilor din rocile calcaroase, pe pereții vechilor excavații și ai cavităților situate aproape de suprafață, desigur ca rezultat al cristalizării din apele de infiltrație magneziene și sulfatate.

În România este format supergen în zăcăminte metalifere metamorfice (Cîrlibaba, Fundu Moldovei), hidrotermale, din provincia magmatică neogenă (Ruda–Barza, Tîrgu Ocna, Techirghiol).

Este determinat la Epson Surrey în Anglia, la Idria în R. S. F. Iugoslavia, la Gorizia în Italia, în Boemia, apoi la Peychagnard în Isère, Franța, în statele Kentucky, Tennessee, Indiana, New Mexico, Nevada, California în S.U.A. și la Aschcroft în Canada.

GOSLARIT $Zn(SO_4)\cdot 7H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2 2 2.

Relația axială: a : b : c=0,9804 : 1 : 0,5631.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=11,85; b_0=12,09; c_0=6,83 Å; conține $Zn_4(SO_4)_4\cdot 28H_2O$.

Habitus: cristale artificiale prismatice [001]; frecvent cruste cristaline, eflorescențe, stalactite și stalagmite, structuri fibroase, mase granulare sau fibroase. Forme principale: a(100), b(010), f(120), m(110), v(011), r(021), n(101), x(201), z(111), t(121), s(211). *Clivaj*: (010) perfect. $H=2-2\,^1/_2$. $G=1,978$. *Luciu*: sticlos, sidefos (în agregate fibroase). *Culoare*: incolor în cristale; în agregate este brun, verde, albastru, în funcție de conținutul în Fe^{2+}, Mn, Cu etc.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=b$, $\beta=c$, $\gamma=a$; indicii de refracție (λ_{Na}): $\alpha=1,4568$, $\beta=1,4801$, $\gamma=1,4844$; $2V_\alpha=46°10'$.

Chimism. Sulfat de zinc hidratat; formează serii continue cu sulfatul de magneziu în proporția Mg : Zn=46 : 54 și cu sulfatul de cupru în proporția maximă Cu : Zn=1 : 4,7; mai frecvent raportul Cu : Zn=1 : 3,5 sau Cu : :(Zn, Mg)=1 : 5,7. Fe^{2+} substituie Zn, de regulă în proporție Fe : (Zn etc.)= =1 : 3,36 și 1 : 8,05. De asemenea și Mn este prezent ca element izomorf, raportul fiind Mn : Zn=1 : 2,9. Se deshidratează în hexahidrat la 33°C, iar la temperatura de 100°C trece în monohidrat.

Tabelul 168

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6
MgO	—	0,81	4,19	1,78	—	—
CuO	—	—	—	0,91	—	6,68
ZnO	28,30	23,12	18,80	19,88	21,70	23,83
FeO	—	1,12	1,88	6,41	—	0,13
NiO	—	0,06	—	—	—	—
MnO	—	1,24	—	—	6,50	—
SO_3	27,84	27,29	28,32	26,80	71,74 (SO₃ + H₂O)	27,02
H_2O	43,86	42,42	46,18	43,70		41,76
Rez.	—	3,65	0,35	—	—	—
Total	100,00	99,71	99,72	99,48	99,94	99,42

1 — $Zn(SO_4)\cdot7\,H_2O$; 2 — Ushaw Morr (Durham — Anglia); 3 — Mn-goslarit (Rammelsberg, R. F. Germania); 4 — Fe-goslarit; Freiberg (Saxonia — R. D. Germană); 5 — Mn-goslarit; Rammelsberg (R. F. Germania); 6 — Cu-goslarit; Kansas — S.U.A.

Ocurență. Mineral format prin alterarea blendei, goslaritul se întîlnește în R. F. Germania la Goslar în M. Harz, în R. D. Germană în Saxonia la Freiberg și Altenberg, în Franța la Saint-Bel în departamentul Rhône, în Suedia la Falum, în Spania în regiunea Andaluzia, în Italia în regiunea Friuli—Venezia Giulia, în Peru la Esperanza și Cerro de Pasco, în Argentina la Alcaparrossa în provincia San Juan și în S.U.A. în statele Montana (la Brette), Utah (la Bingham Canyon), Nevada (la Comstock Sode), Arizona și New Mexico.

MORENOSIT $Ni(SO_4)\cdot7H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2 2 2.

Relația axială: a : b : c=0,9817 : 1 : 0,5656.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11,8$; $b_0=12,0$; $c_0=6,8$ Å. Conține $Ni_4(SO_4)_4\cdot28H_2O$.

Habitus: cruste, eflorescențe, cristale fibroase, stalactite. Forme principale: b(010), f(120), m(110), v(011), r(021), n(101), x(201). *Clivaj*: 010 bun. *Spărtură*: concoidală. $H=2-2\,^1/_2$. $G=1{,}953$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: verzui, alb-verzui. *Urmă*: albă, ușor verzuie.

Proprietăți optice. Verzui; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=c$, $\gamma=b$; indicii de refracție (λ_{Na}): $\alpha=1{,}4693$, $\beta=1{,}4893$, $\gamma=1{,}4923$; biax negativ, $2V_\alpha=41°54'$.

Chimism. Sulfat de nichel hidratat; conține Fe și Mg ca elemente izomorfe, uneori și Cu înlocuitor al Ni.

Ocurență. Se găsește la Val Malenco în Lombardia, Italia; la Cap Ortegal în Spania; la Minasragra în Peru; la Zermatt în Elveția; la Helsingland în Suedia; în departamentul Haute—Garonne în Franța; la Mouzaia în Algeria; în statele Pennsylvania și California în S.U.A.; la Sudbury, Wallace, Algoma în Canada.

6. TIPUL $A_2B(XO_4)_4 \cdot xH_2O$

A. Grupa halotrichitului

PICKERINGIT $MgAl_2(SO_4)_4 \cdot 22H_2O$

HALOTRICHIT $Fe^{2+}\,Al_2(SO_4)_4 \cdot 22H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2.

Relația axială: la *pickeringit*: a : b : c=0,8655 : 1 : 0,2551; $\beta=96°\ 33'$; la *halotrichit*: a : b : c=0,8450 : 1 : 0,2540; $\beta=100°36'$.

Dimensiunea celulei elementare: pentru *pickeringit* $a_0=20{,}80$; $b_0=24{,}20$; $c_0=6{,}18$ Å; pentru *halotrichit* $a_0=20{,}51$; $b_0=24{,}28$; $c_0=6{,}18$ Å; $\beta=100°6'$; celula unitară conține $(Mg, Fe)_4Al_8(SO_4)_{16} \cdot 88\ H_2O$. Z=4.

Habitus: acicular [001], agregate radiare, eflorescențe. Forme principale: b(010), m(110), y(031), d(101), p(111), q(221), g(131), i(211), j(231), r(311), t(321), v(421). *Clivaj*: (010) slab. *Spărtură*: concoidală. $H=1\,^1/_2$. *G* la *pickeringit*: 1,73—1,79; la *halotrichit*: 1,89—1,95. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: *pickeringit*: alb, uneori galben, roșietic; *halotrichit*: incolor, alb, gălbui sau verzui.

Proprietăți optice. Incolore.

Tabelul 169

Proprietăți optice

	Pickeringit	Mn-pickeringit	Halotrichit
α	1,475	1,478	1,480
$\beta=b$	1,480	1,482	1,486
γ	1,483	1,482	1,490
$\gamma \wedge c$	36°	~29°	38°
$2V_\alpha$	60°	mic	35°

Ocurență. *Pickeringitul* se găsește în Thuringia în R. D. Germană; la Dienten în Austria; în insula Elba; la Aix-les-Bains, Franța; la Alum Point în Salt Lake County, Utah, S. U. A.; la Cerros Pintados, Quetena și Chuquicamata în Chile.

Halotrichitul se întîlnește la Mörsfeld și Reichenbach în Saxonia, R. D. Germană; la Pozzuoli în Italia; la Björkbakkagård în Finlanda; la Falun în Suedia; la Huelgoat și Poullaouen în Franța; la Tierra Amarilla Capiapo, Quetena, Alcaparrosa și Chuquicamata în Chile; în statele New Mexico și California în S.U.A.; în Nova Scotia, Canada.

DIETRICHIT $ZnAl_2(SO_4)_4 \cdot 22H_2O$

Cristale aciculare, fibroase, eflorescențe.

Sistemul de cristalizare: probabil monoclinic.

H=2. *Culoare*: alb, brun-gălbui. *Luciu*: mătăsos.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: α=b, $\gamma \wedge c \sim 29°$, indicii de refracție: α=1,475, β=1,480, γ=1,488; biax pozitiv, $2V\gamma$ este mare.

Ocurență. Se găsește în agregate galben-brune, alb-murdar, fibroase la Baia Sprie, R. S. România.

7. TIPUL $A_2(XO_4)_3 \cdot xH_2O$

ALUNOGEN $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: a : b : c=0,8355 : 1 : 0,6752; α=89°58′, β=97°26′, γ=91°52′.

Habitus: cristale rare, prismatice cu fețele (001), (010) bine dezvoltate. Mase fibroase, cruste, eflorescențe, uneori masiv. Forme principale: b(010), a(100), l(230), o(530), g(410), i(610), p(111), t(131). *Macle*: (010). *Clivaj*: (010) perfect, uneori vizibil (100), ($\bar{3}$13). *H*=1 $^1/_2$–2. *G*=1,78. *Luciu*: sticlos, uneori sidefos. *Culoare*: incolor; agregatele sînt albe, gălbui (varietățile cu impurități).

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha \sim b$, $\gamma \wedge c = 42°$; biax pozitiv; indicii de refracție: α=1,474, β=1,476, γ=1,483.

Ocurență. În R. S. România apare ca mineral supergen, ca eflorescențe, pe șisturi cristaline (Gura Rîului, Turnu Roșu, Sebeșu de Sus), pe roci sedimentare (Sebeș, Săsciori, Frumosu), în zone cu roci magmatice neogene (Turia, Covasna, Baia de Arieș).

Se găsește în Peru; în Franța la Saint-Bel (departamentul Rhône) și la Ronchamp (departamentul Haute–Saône); în Chile la Cerros Pintados și la Francesco de Vergara, în Antofagasta; în S.U.A., în statete Carolina de Nord, Arizona, New Mexico, California.

III. SULFAȚI ANHIDRI CU GRUPĂRI HIDROXIL SAU HALOGEN

1. TIPUL $A_m(XO_4)_p Z_q$, unde m : p>2 : 1

BROCHANTIT $Cu_4(SO_4)(OH)_6$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,3283 : 1 : 0,6135; β=103°22′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=13,08; b_0=9,85; c_0=6,02 Å; conține $Cu_{16}(SO_4)_4(OH)_{24}$. Z=4.

Habitus: cristale prismatice, aciculare [001], alungiri [010], mai rar [100], uneori tabular (001), agregate aciculare, mase granulare. Forme principale: c(001), b(010), a(100), l(120), m(110), d(210), p(011), r(031), o(012). *Macle*: (100) comune, simetrie pseudorombică. *Clivaj*: (100) perfect. *Spărtură*: neregulată sau concoidală. $H=3\,^1/_2-4$. $G=3{,}97$. *Luciu*: sticlos, sidefos (pe suprafața de clivaj). *Culoare*: verde, verde-închis. *Urmă*: verde-pal.

Proprietăți optice. Verde-albăstrui; orientarea: $\alpha\sim a$, $\beta=b$, $\gamma\sim c$; indicii de refracție: $\alpha_{Na}=1{,}728$, $\beta_{Na}=1{,}771$, $\gamma_{Na}=1{,}800$; biax negativ, $2V_\alpha=77°$.

Ocurență. În România apare ca mineral supergen în zona de oxidație a zăcămintelor cuprifere, în special a celor pirometasomatice—hipotermale, legate de banatite (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Rușchița, Băița—Bihor) și mai rar a celor legate de magmatismul neogen (Ilba, Deva).

Se întîlnește în M. Ural și la Nijni Taghil, U.R.S.S.; în Sardinia, Italia; la Rio Tinto, Spania; la Cap Garonne, Franța; la Roughten Gill, comitatul Cumberland, Anglia; la Chuquicamata și în provinciile Atacama și Tarapaca, Chile; în statul New South Wales, la Broken Hill, Australia; în Noua Caledonie; în S.U.A. în Arizona (la Bisbée și Clifton-Morenci), Colorado, Utah și New Mexico.

ANTLERIT $Cu_3(SO_4)(OH)_4$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,6867 : 1 : 0,5027.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8{,}24$; $b_0=11{,}99$; $c_0=6{,}03$ Å; conține $Cu_{12}(SO_4)_4(OH)_{16}$. Z=4.

Habitus: tabular (010), uneori prismatic [001], agregate aciculare, mase fibroase, granulare. Forme principale: c(001), b(010), a(100), f(130), l(120), m(110), o(011), k(201), r(111), s(122), z(121), h(140), v(123). *Clivaj*: (010) perfect, (100) slab. $H=3^1/_2$. $G=3{,}88$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: verde, verde-negru, uneori verde-deschis. *Urmă*: verde.

Proprietăți optice. Verde; orientarea: $\alpha=b$, $\beta=a$, $\gamma=c$; pleocroic: $\alpha=$ =galben-verzui, $\beta=$verde-albăstrui, $\gamma=$verde; indicii de refracție: $\alpha=1{,}726$, $\beta=1{,}737$, $\gamma=1{,}789$; biax pozitiv, $2V_\gamma=53°$.

Ocurență. Se întîlnește în S.U.A. în Arizona, Nevada și Alaska; în Mexic la Sierra Mojada în statul Coahuila; în U.R.S.S. în Kazahstan.

2. TIPUL $A_2(XO_4)Z_q$

LINARIT $PbCu(SO_4)(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,7161 : 1 : 0,8296; $\beta=104°42'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9{,}81$; $b_0=5{,}65$; $c_0=4{,}70$ Å; conține $Pb_2Cu_2(SO_4)_2(OH)_4$. Z=2.

Habitus: cristale alungite [010], tabulare ($\bar{1}01$) sau (001), cruste cristaline, agregate prismatice. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), l(210), v(011), g(101), s($\bar{1}01$), e($\bar{1}11$), n($\bar{2}21$), g($\bar{2}11$). *Macle*: (100) comune, rar (001). *Clivaj*: (100) perfect, (001) imperfect. *Spărtură*: concoidală. $H=2^1/_2$. $G=5{,}35$.

Luciu: sticlos; tinde spre semiadamantin. *Culoare*: albastru-azur. *Urmă*: albastru-deschis.

Proprietăți optice. Albastru; pleocroism: α=albastru-deschis, β=albastru--clar, γ=albastru de Prusia; indicii de refracție pentru λ_{Na}: $\alpha=1,809$, $\beta=1,838$, $\gamma=1,859$; biax negativ, $2V_\alpha=80°$.

Ocurență. În România se găsește ca mineral supergen, în zăcămintele polimetalice, legate de magmatismul mezozoic (Poiana Mărului — Șinca Nouă) și de provincia banatitică (Băița—Bihor).

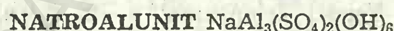
Apare la Linares în provincia Jaén, Spania; la Sölling, Austria; în Transbaicalia, la Berezovsk în M. Ural, în Kazahstan, U.R.S.S.; la Arenas în Sardinia; în Cumberland la Red Gill și Roughten Gill, Anglia; la Tsumeb, Namibia; la Catamarca, Argentina; în Chile; în Peru.

A. Grupa alunitului

Termenii din grupa alunitului, izostructurali, au formula generală: $AB(SO_4)_2(OH)_6$, unde: A=Na, K, Pb, Rb, NH_4, Ag, uneori H_2O și B=Al sau Fe.

În structura alunitului, atomii A apar în coordonare 12, între 6 oxigeni și șase oxidrili, iar atomii B, în coordonare octaedrică, între 2 oxigeni și 4 oxidrili. În plumbo-jarosit nu toate pozițiile A sînt ocupate prin Pb^{2+}; pentru menținerea electronegativității se asistă la substituiri $(SO_4)^{2+}$ cu $(AsO_4)^{3+}$ sau $(PO_4)^{3+}$ în structuri tetraedrice. În poziția A, ca elemente urmă pot apărea uneori Ca și Sr. Mineralele din această grupă se prezintă rar sub formă de cristale și atunci au forme tabulare (0001), pseudocubice, romboedrice (1011) sau (0112). Sînt minerale optic negative, iar termenii cu Al^{3+} sînt în general pozitivi. Au un clivaj clar (0001) și un chimism variabil.


ALUNIT $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$


NATROALUNIT $NaAl_3(SO_4)_2(OH)_6$

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 m.

Relația axială: a : c=1 : 1,251; $\alpha=59°14'$; $\lambda=109°47'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,96$; $c_0=17,35$ Å; conține $(K, Na)Al_3(SO_4)_2(OH)_6$ în celula romboedrică. Z=3.

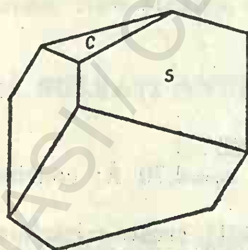


Fig. 113. Cristal de alunit: s(01$\bar{1}$2); c(0001).

Habitus: cristale mici, agregate tabulare (0001), cu fețe romboedrice terminale, romboedru pseudocubic, (01$\bar{1}$2), mase granulare dense, columnare, fibroase. Forme principale: c(0001), m(10$\bar{1}$0), a(11$\bar{2}$0), e(10$\bar{1}$1), s(01$\bar{1}$2). *Clivaj*: (0001) bun, (01$\bar{1}$2) urme. *Spărtură*: concoidală. $H=3^1/_2$.—4. $G=2,6-2,9$. *Luciu*: sticlos, sidefos (pe suprafețe de clivaj). *Culoare*: alb, cenușiu, gălbui, roșcat, brun-roșcat la varietățile impure. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. Incolori; indicii de refracție: $\omega=1,572$, $\varepsilon=1,592$; uniaxe pozitive.

Chimism. Alunitul este un sulfat bazic de aluminiu, potasiu și sodiu; Na substituie K, raportul

fiind Na : K=7 : 4; în natroalunit Na>K, în alunit K>Na. Fe^{3+} apare substituind Al^{3+}; în general este complex din punct de vedere chimic.

Ocurență. Se prezintă sub formă de impregnații, ca urmare a pătrunderii și acțiunii exercitate de soluțiile hidrotermale sulfuroase de temperatură joasă asupra rocilor eruptive bogate în feldspați bazici pe seama cărora se formează. Acest proces de transformare a rocilor este cunoscut sub numele de „alunitizare". Se mai pot întîlni în unele filoane hidrotermale.

În R. S. România termenii seriei apar ca minerale supergene, asociate unor mineralizații cobaltifere din șisturi cristaline (Bădeni) și unor roci magmatice neogene (Turia, Hondol, Roșia Montană).

În U.R.S.S. apar sub formă de incluziuni filoniene gălbui sau roșietice, de forme neregulate, în tufurile intens metamorfozate, din regiunea Zaplic (R. S. S. Azerbaidjană), în zăcămîntul de la Juravlinsk, asociat cu caolin. Se mai găsește la Tofla, Italia; la Muszag, R. P. Ungară; în statele Nevada, Colorado și Arizona, S.U.A.; la Ukusu și Izu, Japonia.

JAROSIT $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 m.

Relația axială: a : c=1 : 2,361; α=61°38'; λ=108°48'.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,20; c_0=17,00 Å; conține $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ în celula romboedrică. Z=3.

Habitus: termenii cu cationii din poziția A, cu dimensiuni mari pentru razele lor, au aspect pseudocubic (01$\bar{1}$2) sau tabular (0001); apare și în cruste, mase granulare, fibroase, noduli, concrețiuni, uneori mase pulverulente pămîntoase. Forme principale: c(0001), s(10$\bar{1}$1), r(01$\bar{1}$2). *Clivaj*: (0001) bun. *Spărtură*: concoidală sau neregulată. *H*=3. *G*=3,26. *Luciu*: semiadamantin, sticlos pe fețe, rășinos în spărtură. *Culoare:* ocru, galben, brun-închis. *Urmă*: galben-pal.

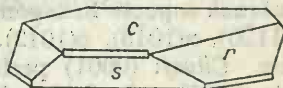


Fig. 114. Cristal de jarosit: c(0001); s(10$\bar{1}$1); r(01$\bar{1}$2).

Proprietăți optice. Roșu-brun; pleocroic: α=incolor, β=brun-roșcat, γ=brun-roșcat; indicii de refracție: ε=1,820, ω=1,715; uniax negativ.

Chimism. Sulfat bazic de potasiu și fier feric, cu formula: $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$. Na substituie K, raportul fiind Na : K=1 : 2,4; Al^{3+} substituie Fe^{3+}, în proporții variate, dar de obicei: Al : Fe=1 : 1.

Ocurență. Apare ca mineral secundar, eflorescențe pe roci feruginoase. Este descris în Franța; la Laurium în Grecia; la Carrosco, Chocaya, Huanuni și Cerro Llallagua în Bolivia; la Chuquicamata, Quetena și Alcaparrosa în Chile; în M. Ural, în Kazahstan și M. Altai în U.R.S.S.; în Colorado și Utah (la Tintic), S.U.A.

NATROJAROSIT $NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 m.

Relația axială: a : c=1 : 2,2702; α=63°23'; λ=108°42'.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,18; c_0=16,30 Å; conține $NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$. Z=3.

Habitus: cruste, mase pămîntoase, pulverulente, cristale pseudocubice (01$\bar{1}$2), turtite (0001), cu conture hexagonale. Forme principale: c(0001),

e(10$\bar{1}$1), s(01$\bar{1}$2). *Clivaj*: (0001) perfect. *Spărtură*: concoidală. $H=3$. $G=3,18-$ $-3,29$. *Culoare*: galben, brun-gălbui, brun. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. $\varepsilon=1,832$, $\omega=1,750$; pleocroic: ε=galben-deschis, ω=aproape incolor; uniax negativ.

Ocurență. Format prin oxidarea mineralizațiilor piritoase, natrojarositul apare asociat jarositului la Valachov în Boemia; la Refsnaas în Danemarca; la Modum în Norvegia; la Cap Calamita în insula Elba; în Kazahstan, U.R.S.S.; la Chuquicamata în Chile; la Santa Eulalia, Chihuahua, Mexic; în S.U.A. în Dakota de Sud, la Esmeralda County, Nevada și în Arizona.

IV. SULFAȚI HIDRATAȚI CU CONȚINUT ÎN HIDROXIL SAU HALOGEN

1. TIPUL $A_mB_n(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, unde $(m+n):p>4:1$

A. Grupa connellitului

SPANGOLIT $Cu_6Al(SO_4)(OH)_{12}Cl \cdot 3H_2O$

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 m.

Relația axială: $a:c=1:1,7414$; $\alpha=75°17'$. $\lambda=101°\ 41'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8,245$; $c_0=14,340$ Å; conține $Cu_{12}Al_2(SO_4)_2(OH)_{24}(Cl)_2 \cdot 6H_2O$.

Habitus: prismatic [0001], tabular (0001), piramidal, cu striuri orizontale, combinații de forme pozitive cu forme negative; dezvoltarea cristalelor uneori îmbracă aspecte hexagonale. Forme principale: c(0001), m(10$\bar{1}$0), $-$m(01$\bar{1}$0), a(11$\bar{2}$0), n(10$\bar{1}$3), o(10$\bar{1}$2), p(10$\bar{1}$1), y(20$\bar{2}$1), $-$n(01$\bar{1}$3), $-$o(01$\bar{1}$2). *Macle*: (0001) rare. *Clivaj*: (0001) perfect, uneori (10$\bar{1}$1). *Spărtură*: concoidală. $H=2$ pe fața (0001). $G=3,14$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: verde-închis, verde-clar, verde-albăstrui. *Urmă*: verde-deschis.

Proprietăți optice. Verde-deschis; indicii de refracție: $\varepsilon=1,694$, $\omega=1,641$; uniax negativ.

Ocurență. Se întîlnește în S.U.A. în statele Arizona, Utah (la Tintic) și Nevada.

CYANOTRICHIT $Cu_4Al_2(SO_4)(OH)_{12} \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Habitus: agregate, cristale aciculare, fibre radiare. $G=2,95$. *Luciu*: mătăsos. *Culoare*: albastru-azur. *Urmă*: albastru-pal.

Proprietăți optice. Slab pleocroic: α=aproape incolor, β=albastru-pal, γ=albastru; indicii de refracție: $\alpha=1,591$, $\beta=1,620$, $\gamma=1,654$; biax pozitiv, $2V_\gamma=82°$.

Ocurență. În România apare ca mineral secundar, în agregate radiare, la Moldova Nouă. De asemenea se găsește la Laurium (Grecia), la Garonne (Franța), la Traversella (Italia), la Nijni Taghil, Lacul Baikal, Kazahstan (U.R.S.S.), în statele Arizona, Utah, Nevada (S.U.A.).

CALCOALUNIT $CuAl_4(SO_4)(OH)_{12} \cdot 3H_2O$

Sistemul de cristalizare: probabil triclinic.

Mase: fibroase, cruste, cu luciul sticlos.

Clivaj: aproape perfect. $H=2\,^1/_2$. $G=2{,}29$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: verde-turcoaz, albastru-cenuşiu. *Urmă*: albă.

Proprietăţi optice. Incolor; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}523$, $\beta=1{,}525$, $\gamma=1{,}532$; biax pozitiv.

Ocurenţă. Apare la Copper Queen şi Bisbée (Arizona).

URANOPILIT $(UO_2)_6(SO_4)(OH)_{10}\cdot 12H_2O$

Sistemul de cristalizare: probabil monoclinic.

Mase: reniforme, globulare; microscopic se observă cristale alungite [001] sau plate după (010). *Culoare*: galben, galben de lămîie, galben-auriu. *Luciu*: sidefos. *Clivaj*: (010) perfect. $G=3{,}7-4{,}0$.

Proprietăţi optice. Incolor, galben-deschis; orientarea: $\alpha\sim b$, $\beta\wedge c=+18°$; indicii de refracţie în λ_{Na}: $\alpha=1{,}623$, $\beta=1{,}625$, $\gamma=1{,}633$; biax pozitiv.

Ocurenţă. Apare la Přibram, R. S. Cehoslovacă; în comitatul Cornwall, Anglia; la Shinkolobwe, Zair.

METAURANOPILIT $(UO_2)_6(SO_4)(OH)_{10}\cdot 5H_2O$

Culoare: galben, cenuşiu, brun sau verde.

Proprietăţi optice. Orientarea: $\alpha=b$, $\beta=c$, $\gamma=a$; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}720$; $\beta=1{,}760$; $\gamma=1{,}766$; biax negativ.

Ocurenţă. Apare la Ioachimov, Boemia, R. S. Cehoslovacă.

2. TIPUL $A_4(XO_4)Z_q\cdot xH_2O$

KLEBELSBERGIT Sulfat bazic de Sb

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Habitus: cristale fine, aciculare, alungite [001] sau plate (010). Forme principale: e(001), b(010), m(110), $\beta=91°48'$. *Culoare*: galben-închis de sulf.

Proprietăţi optice. Orientarea: $\alpha=b$, $\beta\wedge c=1°48'$, indicele de refracţie $n>1{,}74$; biax negativ.

Ocurenţă. Apare în România ca mineral supergen, format pe antimonit, în zona de oxidare a filoanelor hidrotermale, legate de magmatismul neogen la Baia Sprie.

LANGIT $Cu_4(SO_4)(OH)_6\cdot H_2O$?

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relaţia axială: a : b : c=0,5347 : 1 : 0,6346.

Habitus: cristale mici, alungite [100], cruste fibroase, lamelare, mase pămîntoase. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), f(021). *Macle*: (110) comune; uneori se repetă formînd agregate foioase (001), asemănătoare cu aragonitul. *Clivaj*: (001) şi (010). $H=1^1/_2-3$. $G=3{,}48-3{,}50$. *Luciu*:

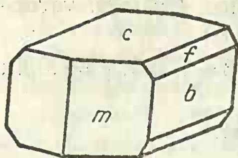


Fig. 115. Cristal de langit: c(001); b(010) f(021); m(110).

sticlos pe cristale, mătăsos pe cristale fibroase. *Culoare*: albastru-deschis, albastru-verzui.

Proprietăți optice. Pleocroic: α=verde-gălbui, β=verde-albastru, γ=albastru-clar; indicii de refracție: $\alpha=1,654$, $\beta=1,713$, $\gamma=1,722$; biax negativ, $2E \approx 66° - 104°$.

Ocurență. A fost determinat la St. Blazey și la St. Just, Cornwall, Anglia; la Eschach, Styria, Austria; la Viel-Salm, Belgia.

FELSÖBÁNYAIT $Al_4(SO)_4(OH)_{10} \cdot 5H_2O$?

Sistemul de cristalizare: rombic.

Habitus: agregate lamelare, cristale tabulare (001), alungite (100). *Clivaj*: (001) perfect, (010) și (100) uneori. $H=1^1/_2$. $G=2,33$. *Culoare*: alb sau galben. *Luciu*: sidefos pe suprafețele de clivaj.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=b$, $\gamma=c$; indicii de refracție: $\alpha=1,516$, $\beta=1,518$, $\gamma=1,533$; biax pozitiv, $2V_\gamma=48°$, $2E=77°$.

Ocurență. Apare în România, în agregate radiare, sferoidale, de indivizi lamelari, la Baia Sprie, și ca mineral supergen, în filoane hidrotermale neogene.

3. TIPUL $(AB)_z(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

KAINIT $KMg(SO_4)Cl \cdot 3H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: $a:b:c=1,219:1:0,586$; $\beta=94°54^1/_2'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=19,76$; $b_0=16,26$; $c_0=9,57$ Å; conține $K_{16}Mg_{16}(SO_4)_{16}Cl_{16} \cdot 48\ H_2O$. $Z=16$.

Habitus: masiv, granular, uneori tabular (100). *Clivaj*: (001) perfect. *Spărtură*: neregulată. $H=3$. $G=2,15$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: în forme masive, cenușiu, albăstrui, violet, galben, roșcat, în funcție de natura impurităților.

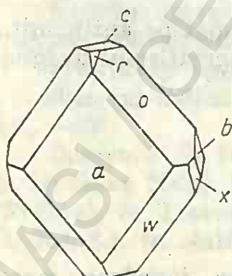


Fig. 116. Cristal de kainit: c(001); a(100); b(010); x($\bar{4}$61); w($\bar{4}$21); o(421); r(201).

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\beta=b$, $\gamma \wedge c=13°$; indicii de refracție: $\alpha=1,495$, $\beta=1,506$, $\gamma=1,520$; biax negativ, $2V_\alpha \approx 90°$.

Ocurență. În România se găsește în zăcămintele de săruri delicvescente, din zona flișului (Tg. Ocna, Găleanu, Tazlău), unde apare asociat cu sare gemă, silvină, kieserit, picromerit, uneori cu caracter primar.

Este răspîndit cu alte săruri de potasiu în unele zăcăminte salifere cum sînt cele din R. D. Germană de la Stassfurt, în asociații cu schönitul, carnalitul, kieseritul; din U.R.S.S. de la Kalus, Osinki, Saratov; din S.U.A. de la Eddy County — New Mexico.

4. TIPUL $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$

NATROCALCIT $NaCu_2(SO_4)_2(OH) \cdot H_2O$

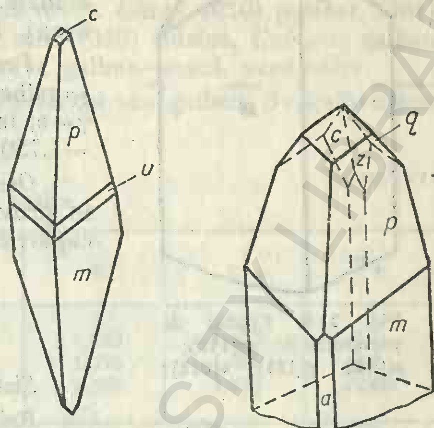


Fig. 117. Cristale de natrocalcit: c(001); p(111), m(110); z($\bar{7}$12); q($\bar{1}$11); a(100).

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 1,4239 : 1 : : 1,2140; $\beta = 118°42^1/_2'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 8,74$; $b_0 = 6,15$; $c_0 = 6,53$ Å; conține $Na_2Cu_4(SO_4)_4(OH)_2 \cdot 2H_2O$.

Habitus: piramidal (111), (110), frecvent se dezvoltă o formă în detrimentul celeilalte. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), v(112), p(111), u(221), w(331), q($\bar{1}$11), x($\bar{2}$21), k($\bar{2}$01), z($\bar{7}$12). *Clivaj*: (001) perfect. $H = 4^1/_2$. $G = 3,49$. *Culoare*: verde. *Luciu*: sticlos. *Urmă*: alb-verzuie.

Proprietăți optice. Verde-deschis; orientarea: $\alpha \wedge c = -12°$, $\beta = b$; indicii de refracție: $\alpha = 1,649$, $\beta = 1,655$, $\gamma = 1,714$; biax pozitiv, $2V\gamma = 36°48'$ (Na).

Ocurență. Apare la Chuquicamata (Chile), asociat cu kroehnkit, antlerit, blödit, atacamit, calcantit.

5. TIPUL $A(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

BUTLERIT $Fe(SO_4)(OH) \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic? pseudosimetrie rombică.

Relația axială: a : b : c = 0,8752 : 1 : 0,7897; $\beta = 108°35'$.

Habitus: tabular (001) sau (100), tendințe de alungire [010], uneori octaedrice. *Macle*: ($\bar{1}$05) comune. *Clivaj*: (100) perfect. $H = 2^1/_2$. $G = 2,55$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: oranj. *Urmă*: galben-pal.

Proprietăți optice. Galben-oranj; orientarea: $\alpha \wedge c = -18°$, $\gamma = b$; pleocroic α = incolor, β = galben, γ = galben-închis; indicii de refracție: $\alpha = 1,593$, $\beta = 1,665$, $\gamma = 1,741$; biax, 2V mare.

Ocurență. Apare la Jerome (Arizona, S.U.A.), apoi la Alcaparrosa și Chuquicamata (Chile).

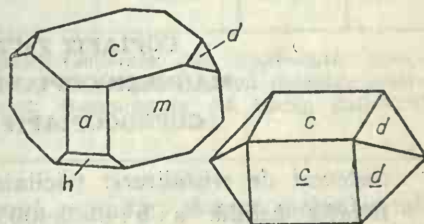


Fig. 118. Cristale de butlerit: c(001); m(110); d(011).

PARABUTLERIT $Fe(SO_4)(OH) \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială: a : b : c = 0,7310 : : 1 : 0,7218.

Habitus: prismatic [001]. Forme principale: l(140), m(110), n(540), s(012),

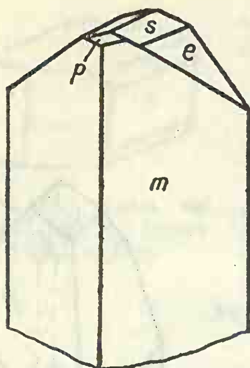


Fig. 119. Cristal de parabutlerit: m(110); s(012); p(111); e(011);

f(034), e(011), g(032), d(101), p(111), r(212), o(021), t(205), z(232). *Clivaj*: (110) bun. *Spărtură*: concoidală. $H=2^1/_2$. $G=2{,}55$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: oranj, brun-oranj.

Proprietăţi optice. Pleocroic: α=incolor, β=galben, γ=galben-închis; orientarea: $\alpha=b$, $\beta=c$, $\gamma=a$; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}589$, $\beta=1{,}660$, $\gamma=1{,}750$; biax pozitiv.

Ocurenţă. Se găseşte în Chile la Alcaparrosa în provincia Antofagasta şi în Argentina la Alcaparrossa în provincia San Juan.

FIBROFERIT $Fe(SO_4)(OH)\cdot 5H_2O$?

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relaţia axială: a : b : c = 0,5604 : 1 : 0,2162.

Habitus: cristale fibroase fine, mase fibroradiare, alungirea fibrelor [001]. Forme principale: b(010), a(100), m(110), d(101), g(401), t(131), e(161), u(532). *Macle*: (110) repetate, triplu alungite (001). *Clivaj*: (001) perfect. $H=2$. $G=1{,}84-2{,}10$. *Luciu*: pe agregate sidefos, mătăsos. *Culoare*: galben-deschis, galben, uneori aproape alb, alteori verde-cenuşiu, verde-deschis, şi verde-galben.

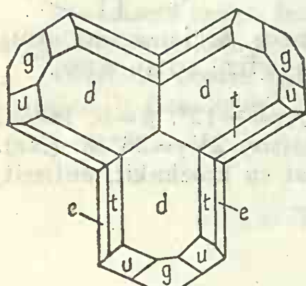
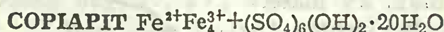


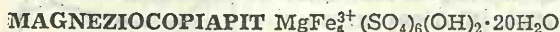
Fig. 120. Cristal de fibroferit: d(101); g(401); t(131); e(161); u(532).

Proprietăţi optice. Colorat în galben; pleocroic: α=incolor, β=incolor, γ=galben-deschis; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}513-1{,}533$, $\beta=1{,}518-1{,}534$, $\gamma=1{,}561-1{,}575$; biax pozitiv.

Ocurenţă. Apare ca mineral secundar în Argentina la Alcaparrossa, apoi în Cehoslovacia în Boemia la Valachov, în Cipru, în U.R.S.S. în M. Ural şi în Italia la Cetine.

A. Grupa copiapitului


COPIAPIT $Fe^{2+}Fe_4^{3+}(SO_4)_6(OH)_2\cdot 20H_2O$


MAGNEZIOCOPIAPIT $MgFe_4^{3+}(SO_4)_6(OH)_2\cdot 20H_2O$


CUPROCOPIAPIT $CuFe_4^{3+}(SO_4)_6(OH)_2\cdot 20H_2O$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relaţia axială: a : b : c=0,4005 : 1 : 0,3971; $\alpha=93°58^1/_2'$; $\beta=102°08'$; $\gamma=98°50'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7{,}33$; $b_0=18{,}15$; $c_0=7{,}27$ Å; conţine $(Fe, Mg, Cu)(Fe^{3+}, Al)_4(SO_4)_6(OH)_2\cdot 20\,H_2O$ (formula ideală).

Habitus: cristale tabulare (010), agregate granulare, încrustații. Forme principale: c(001), b(010), a(100), d(011), e(0$\bar{1}$1), f(101), g($\bar{1}$01), s($\bar{1}$11), r($\bar{1}\bar{1}$1), m(110). *Macle*: ax [101], cu plan de maclă (010). *Clivaj*: (010) perfect, ($\bar{1}$01) imperfect. $H=2\,{}^1/_2-3$. $G=2{,}08-2{,}17$. *Luciu*: (010) sidefos. *Culoare*: galben de sulf, oranj, galben-auriu, în mase masive galben-verzui, verde-oliv.

Proprietăți optice. Pleocroic: α=galben-verzui sau galben, β=galben sau incolor, γ=galben de sulf, verde-gălbui.

Tabelul 170

Proprietăți optice

	α	β	γ	$2V_\gamma$
Copiapit	1,509	1,532	1,577	73°
Cu-copiapit	1,558	1,575	1,620	63°
Mg-copiapit	1,510	1,535	1,575	mediu

Chimism. Sulfat bazic hidratat de fier trivalent, fier bivalent, magneziu, cupru și uneori zinc. Poziția Fe^{2+} este substituită prin Mg, Cu, Zn, iar a Fe^{3+} prin Al. Denumirea de copiapit și magneziocopiapit este legată de raportul: $Fe^{2+}>(Mg, Cu)$; $Mg>(Fe, Cu)$ și $Cu>(Fe, Mg)$, zincocopiapitul avînd $Zn>(Fe, Mg, Cu)$.

Tabelul 171

Analize chimice

	1	2		3	4	5
FeO	5,75	4,01	MgO	urme	3,75	0,85
CuO	—	1,00	FeO	0,94	0,27	0,45
Fe_2O_3	25,55	23,21	CuO	—	—	—
Al_2O_3	—	3,62	Fe_2O_3	21,91	24,46	26,19
SO_3	38,43	38,44	Al_2O_3	4,15	—	—
H_2O	30,27	27,76	SO_3	38,87	38,48	38,22
Rez.	—	0,68	H_2O	33,33	32,29	31,33
			Rez.	0,61	0,83	2,87
Total	100,00	98,72	Total	99,81	100,18	99,91

1 — $Fe^{2+}Fe^{3+}_4(SO_4)_6(OH)_2\cdot 20\,H_2O$. 2 — Cu-copiapit; California; $(Na, K)_2O=0{,}16$, insol.$=0{,}53$. 3 — Al-copiapit; Vigneria (Elba, Italia). 4 — Mg-copiapit; Falun (Suedia); $MnO=0{,}16$, $ZnO=0{,}58$, insol.$=0{,}09$. 5 — Zn-copiapit; Rammelsberg (M. Harz); $ZnO=2{,}47$, insol.$=0{,}40$.

Ocurență. Copiapitul apare ca mineral secundar, asociat melanteritului, alunogenului, fibroferritului, halotrichitului, formîndu-se prin oxidarea piritei. Este întîlnit la Rammelsberg (M. Harz); la Falun (Suedia); la Vigneria (Elba); apoi la Tierra Amarilla Copiapo, Alcaparrosa, Quetena, Chuquicamata (Chile); în California, Nevada și Arizona.

V. DIFERIȚI SULFAȚI

1. TIPUL AMESTEC

HANKSIT $Na_{22}K(SO_4)_9(CO_3)_2Cl$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m.

Relația axială: a : c=1 : 2,025.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10,48$; $c_0=21,22$ Å; conține $Na_{44}K_2(SO_4)_{18}(CO_3)_4Cl_2$.

Habitus: prisme hexagonale bipiramidale, alungire [0001], tabulare (0001). Forme principale: c(0001), m(10$\bar{1}$0), p(20$\bar{2}$5), o(10$\bar{1}$2), s(10$\bar{1}$1). *Clivaj*: (0001) bun. *Spărtură*: neregulată. $H=3$. $G=2,55-2,60$. *Culoare*: gălbui, cenușiu, datorită impurităților, incluziuni de minerale argiloase. *Urmă*: albă.

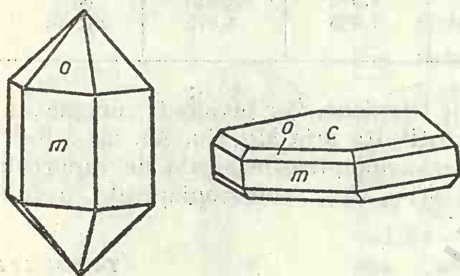


Fig. 121. Cristale de hanksit: c(0001); m(10$\bar{1}$0); o(10$\bar{1}$2).

Proprietăți optice. Indicii de refracție: $\varepsilon=1,481$, $\omega=1,467$; uniax negativ.

Ocurență. Se găsește la Searles Lake, San Bernardino County, California.

CALEDONIT $Cu_2Pb_5(SO_4)_3(CO_3)(OH)_6$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,3555 : 1 : 0,3263.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7,15$; $b_0=20,10$; $c_0=6,56$ Å; conține $Cu_4Pb_{10}(SO_4)_6(CO_3)_2(OH)_{12}$. Z=2.

Habitus: cristale alungite [001], grupări de cristale. Forme principale: b(010), a(100), f(140), e(120), m(110), x(011), d(021), t(111), r(121), s(131). *Clivaj*: (010) perfect, (100) și (101) slab. *Spărtură*: neregulată. $H=2^1/_2-3$. $G=5,76$. *Luciu*: rășinos. *Culoare*: verde-albăstrui.

Proprietăți optice. Verde-albăstrui; orientarea: $\alpha=c$, $\beta=a$, $\gamma=b$; indicii de refracție: $\alpha=1,818$, $\beta=1,866$, $\gamma=1,909$; biax negativ, $2V_\alpha \sim 85°$.

Ocurență. Se găsește în zonele de oxidație ale zăcămintelor cuprifere. În România apare în zăcămîntul cuprifer, legat de banatite, la Băița—Bihor, sub formă de mase granulare, asociat linaritului, galenei, malachitului, ceruzitului, calcozinei, limonitului.

De asemenea se întîlnește la Berezovsk, U.R.S.S.; la mina Nuissière, Franța; la Lead Hills (comitatul Lanark) și la Wanlockhead (comitatul Dumfries) în Scoția; la Red Gill (Cumberland), Anglia; la Siera Gorda, Atacama, Chile; la Tsumeb, Namibia; în S.U.A. în Arizona, New Mexico și California.

CROMAȚI

CARACTERE GENERALE

Mineralele acestei clase sînt rar întîlnite în natură. Anionul complex $(CrO_4)^{2-}$ poate forma rețele cristaline cu cationi cu dimensiuni mari ale razelor lor. Cel mai frecvent cation este Pb^{2+} uneori K^+. Cromații se formează numai în medii foarte bogate în oxigen. De regulă ei se întîlnesc în asociație cu sulfații, dar nu formează cu aceștia serii izomorfe sau săruri duble. Sînt minerale insolubile și se formează prin procese exogene. Solubilitate mai ridicată o prezintă cromații alcalini și cromoiodații, întîlniți îndeosebi în regiuni aride.

Tabelul 172

Clasificarea cromaților

I. CROMAȚI ANHIDRI NORMALI
1. Tipul $A_2(XO_4)$ Tarapacait $K_2(CrO_4)$ 2. Tipul $A_2(X_2O_7)$ Lopezit $K_2(Cr_2O_7)$ 3. Tipul $A(XO_4)$ Crocoit $Pb(CrO_4)$ Phönicocroit $Pb_3(CrO_4)_2O$?
II. DIFERIȚI COMPUȘI CROMATICI
1. Tipul amestec Vauquelinit $Pb_5(CrO_4)_2(PO_4)_2$? Berezovit $Pb_6(CrO_4)_3(CO_3)O_2$

I. CROMAȚI ANHIDRI NORMALI

1. TIPUL $A_2(XO_4)$

TARAPACAIT $K_2(CrO_4)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,5694 : 1 : 0,7298.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,92; b_0=10,40; c_0=7,61 Å; conține $K_8(CrO_4)_4$. Izostructural cu mascagnitul.

Habitus: cristale tabulare (001). Forme principale: c(001), b(010), m(110), q(011), Q(021), o(111). *Macle*: (110) similar aragonitului, pseudohexagonal. *Clivaj*: (001), (010) bun. *G*=2,74. *Culoare*: galben.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: α=b, β=a, γ=c; indicii de refracție: α=1,687, β=1,722, γ=1,731; biax negativ, $2V_\alpha$=52°.

Ocurență. Apare asociat lopezitului și dietzeitului în Chile la Tocapilla (provincia Atacama) și la Tarapaia (provincia Antofagasta).

2. TIPUL $A_2(X_2O_7)$

LOPEZIT $K_2(Cr_2O_7)$

Sistemul de cristalizare: pe cristale artificiale triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: a : b : c=0,558 : 1 : 0,551; α=82°00′; β=90°51′; γ=83°47′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,50; b_0=13,40; c_0=7,38 Å; conține $K_8Cr_8O_{28}$.

Habitus: agregate cristaline, ușor prismatice [001]. *Clivaj*: pe cristalele artificiale (010) perfect, (100), (001) bun. *H*=2 ½. *G*=2,69. *Culoare*: roșu-oranj, roșu.

Proprietăți optice. Indicii de refracție pe pulbere: α=1,714, β=1,732, γ=1,805, iar pe cristale artificiale în λ_{Na}: α=1,7202, β=1,7380, γ=1,8197; pe pulbere $2V_\gamma$=50°, iar pe cristale $2V_\gamma$=51°33′.

Ocurență. Apare în parageneză cu tarapacaitul, dietzeitul, ulexitul, în cavitățile maselor de azotați, în Chile la Oficina Maria Elena, lîngă Tocapilla, și la Oficina Rosario (provincia Iquique).

3. TIPUL $A(XO_4)$

CROCOIT $Pb(CrO_4)$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,9602 : 1 : 0,9190; β=102°33′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,11; b_0=7,41; c_0=6,81 Å; conține $Pb_4(CrO_4)_4$. Z=4.

Habitus: frecvent prismatic [001], alungiri paralele cu [$\bar{1}$01], cu fețe (111), ($\bar{1}$11), și romboedrice (110). Pe (110) deseori striuri [001]. Mase columnare, granulare, masive. Forme principale: c(001), b(010), a(100), f(120), m(110), d(210), w(012), z(011), y(021), h(101), k($\bar{1}$01), t(111), u($\bar{2}$11), v($\bar{1}$11), α(310). *Clivaj*: (110) bun, (001), (100) slab. *Spărtură*: neregulată sau concoidală. *H*=2 ½–3. *G*=5,99. *Luciu*: adamantin sau sticlos. *Culoare*: roșu, roșu-oranj, galben-verzui. *Urmă*: galbenă, oranj.

Proprietăți optice. Roșu-oranj; pleocroic: α=roșu-oranj, β=roșu-oranj, γ=roșu-albăstrui; orientarea: β=b, $\gamma \wedge c$=+5 ½°; indicii de refracție în lumină de Li: α=2,29, β=2,36, γ=2,66; biax pozitiv, $2V_\gamma$=57° (Li); 54°03′ (Na).

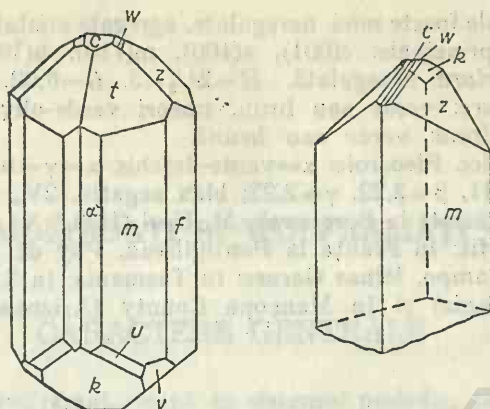


Fig. 122. Cristale de crocoit: c(001); m(110); v($\bar{1}$11); w(012); z(011); t(111); α(310); f(120); u($\bar{2}$11); k($\bar{1}$01).

Ocurență. Se formează în zona de oxidare a zăcămintelor de minereuri de plumb, în vecinătatea rocilor eruptive, ultrabazice, care prin alterare pot da, deși în cantitate mică, acid cromic format pe seama silicaților cu crom și a spinelilor cromiferi.

În R. S. România este întîlnit ca mineral supergen în zona de oxidare a zăcămintelor plumbifere legate de magmatismul mezozoic (la Poiana Mărului) sau banatitic (la Moldova Nouă, Rusca Montană, Băița—Bihor).

În U.R.S.S. se găsește la Sverdlovsk (Ural) și la Nijni Taghil; în Brazilia la Goyabeira, Congonhas de Campo, Minas Geraes; în Tasmania în Insulele Filipine; în S.U.A. în California și Arizona.

PHÖNICOCROIT $Pb_3(CrO_4)_2O$?

Sistemul de cristalizare: rombic.

Cristale tabulare, imperfecte, forme masive.

Clivaj: după o singură direcție perfect. $H=3-3\,^1/_2$. $H=5,75$. *Culoare*: roșu, galben de lămîie. *Urmă*: roșu-închis. *Luciu*: rășinos sau adamantin.

Proprietăți optice. Indicii de refracție în lumină de Li: $\alpha=2,34$, $\beta=2,38$, $\gamma=2,65$; biax pozitiv, $2V_\gamma$ este mediu.

Ocurență. Apare la Berezovsk, M. Ural (U.R.S.S.), asociat crocoitului, vauquelinitului, piromorfitului, în filoane cu galenă și cuarț.

II. DIFERIȚI COMPUȘI CROMATICI

1. TIPUL AMESTEC

VAUQUELINIT $Pb_5(PO_4)_2(CrO_4)_2$?

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,745 : 1 : 1,419; $\beta=110°10'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13,68$; $b_0=5,83$; $c_0=9,53$ Å.

Habitus: cristale foarte mici, neregulate, agregate cristaline, forme fibroase, butoiașe. Forme principale: c(001), a(100), m(110), h($\bar{1}$01), s(410), f(120). *Macle*: (102). *Spărtură*: neregulată. $H=2^1/_2-3$. $G=6{,}02$. *Luciu*: adamantin sau rășinos. *Culoare*: verde sau brun, uneori verde-oliv, brun-ocru, brun aproape negru. *Urmă*: verde sau brună.

Proprietăți optice. Pleocroic: α=verde-deschis, $\alpha=\gamma$=brun-deschis; indicii de refracție: $\alpha=2{,}11$, $\beta=2{,}22$, $\gamma=2{,}22$; biax negativ, $2V_\alpha$ este aproape zero.

Ocurență. Se găsește la Berezovsk, M. Ural (U.R.S.S.) asociat cu crocoit, minutesit, piromorfit; în Franța la Pontigibaud, Puy de Dôme; în Brazilia la Congonhas da Campo, Minas Geraes; în Tasmania; în S.U.A. în Lancaster County (Pennsylvania) și în Mancopa County (Arizona).

MOLIBDAŢI ŞI WOLFRAMAŢI

CARACTERE GENERALE

Molibdenul şi wolframul, ocupă în sistemul periodic, perioada a cincea şi a şasea. Datorită fenomenului de contracţie a lantanidelor, Mo şi W se caracterizează, ca şi perechile Hf şi Zr, Nb şi Ta, prin raze ionice aproape identice şi deci volume atomice şi ionice egale. Datorită acestor lucruri ne-am aştepta ca la formarea mineralelor Mo şi W să conducă la numeroase amestecuri izomorfe. Totuşi în condiţii naturale aceste elemente se întîlnesc foarte rar sub formă de amestecuri izomorfe. Proprietăţile lor geochimice sînt complet diferite în procesele de formare a mineralelor. Molibdenul în condiţii naturale prezintă

Tabelul 173

Clasificarea molibdaţilor şi wolframaţilor

I. MOLIBDAŢI ŞI WOLFRAMAŢI ANHIDRI
1. Tipul $A(XO_4)$
Grupa wolframitului
Hübnerit $Mn(WO_4)$
Wolframit $(Fe, Mn)(WO_4)$
Ferberit $Fe(WO_4)$
Sanmartinit $(Zn, Fe)(WO_4)$
Grupa scheelitului
Scheelit $Ca(WO_4)$
Powellit $Ca(MoO_4)$
Grupa wulfenitului
Wulfenit $Pb(MoO_4)$
Stolzit $Pb(WO_4)$
Raspit $Pb(WO_4)$
II. MOLIBDAŢI ŞI WOLFRAMAŢI BAZICI ŞI HIDRATAŢI
1. Tipul amestec
Cuprotungstit $Cu_2(WO_4)(OH)_2$
Koechlinit $(BiO)_2(MoO_4)$
Ferritungstit $Fe_2(WO_4)(OH)_4 \cdot 4\ H_2O$?
Lindgrenit $Cu_3(MoO_4)_2(OH)_2$
Ferimolibdit $Fe_2(MoO_4)_3 \cdot 8\ H_2O$?
Thorotungstit wolframat de Th, Al
Anthoinit $Al(WO_4)(OH) \cdot H_2O$

o afinitate puternică față de sulf; de aici reprezentarea lui în scoarța terestră îndeosebi sub formă de sulfură — MoS_2; compușii săi oxigenați sînt puțin răspîndiți în natură, întîlnindu-se mai ales în zona de oxidare a zăcămintelor de minereuri sulfuroase. Wolframul în timpul proceselor de formare se combină aproape exclusiv cu oxigenul conducînd la compuși oxigenați sub formă de săruri ale acidului wolframic. Sulfura de wolfram se întîlnește foarte rar, încît pînă în prezent nu a fost întîlnită în suficientă cantitate pentru a putea fi studiată în detaliu. Wolframul de asemenea este întîlnit în general în minerale cristalizate la temperaturi ridicate.

I. MOLIBDAȚI ȘI WOLFRAMAȚI ANHIDRI

1. TIPUL $A(XO_4)$

A. Grupa wolframitului

HÜBNERIT $Mn(WO_4)$

WOLFRAMIT $(Fe, Mn)(WO_4)$

FERBERIT $Fe(WO_4)$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,8255 : 1 : 0,8664; β=90°28′.
Celula elementară conține $(Mn, Fe)_2 (WO_4)_2 \cdot Z=2$.

Tabelul 174

Dimensiunea celulei elementare (în Å)

	a_0	b_0	c_0	β
$Mn(WO_4)$ artificial	4,84	5,76	4,97	90°53′
Hübnerit	4,82	5,76	4,97	90°53′
Wolframit	4,78	5,73	4,98	90°26′
Ferberit	4,71	5,69	4,95	90°00′
$Fe(WO_4)$ artificial	4,70	5,69	4,93	90°00′

Habitus: formele comune sînt prisme, alungite [001] sau scurte; frecvente sînt și cristale tabulare (100). Forme principale: c(001), b(010), a(100), r(120), m(110), l(210), h(310), f(011), t(102), y($\bar{1}$02), w(111), e($\bar{1}$12), o($\bar{1}$11), σ(121), s($\bar{1}$21).

Wolframitul apare deseori și sub formă de cristale prismatice dispuse subparalel, uneori lamelare sau mase granulare, rar cristale aciculare. Ferberitul prezintă alungiri după [010] sau [001] uneori tabulare (100). *Macle*: (100) plan de maclă, de contact, rar (001) de întrepătrundere, uneori lamelare (023) plan de maclă îndeosebi pentru wolframit și ferberit, macle simple de contact. *Clivaj*: (010) perfect, (100) și (102) slab. *Spărtură*: neregulată. *H*=4—4 ½; mai ridicată pentru cele cu conținut ridicat în Fe. *G* variază cu conținutul în fier; hübnerit — 7,12; ferberit — 7,51. *Luciu*: semimetalic, metalic-adaman-

tin, tendințe spre rășinos (hübneritul). *Culoare*: hübneritul este brun-gălbui, brun-roșcat, rar brun, negru; wolframitul este cenușiu-negru, brun-negru, negru de fier; ferberitul, negru. Culoarea variază cu raportul dintre Fe și Mn. *Urmă*: hübneritul: galbenă, brun-roșcată cenușiu-verzuie; wolframitul: brun-roșcată, brun-neagră și neagră; ferberitul: brun-neagră, neagră. Hübneritul este *transparent*. Transparența descrește pe măsură ce crește conținutul în Fe, ferberitul ajungînd opac.

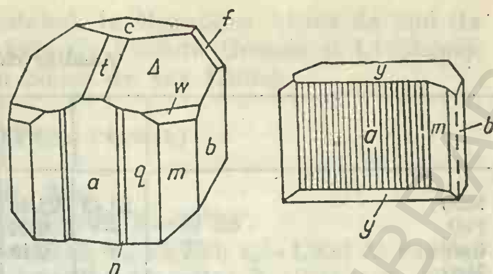


Fig. 123. Cristale de wolframit: a(100); t(102); b(010); c(001); Δ(112); w(111); m(110); q(830); f(011); y(Ī02); h(310).

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în galben, oranj, verde-oliv, roșu, brun-roșcat sau brun. Pleocroismul este deseori clar (tabelul 175).

Tabelul 175

Pleocroismul în seria hübnerit-wolframit

	Hübnerit Silverton, Colorado	Wolframit Vizeu, Portugalia
α	verde	brun-roșcat-deschis
β	brun-gălbui	brun-roșcat
γ	verde-oliv	brun-roșcat-negru

Orientarea: $\alpha = b$, $\gamma \wedge c = 17-21°$; indicii de refracție (λ_{Li}) pentru proba de hübnerit: $\alpha = 2{,}17$, $\beta = 2{,}22$, $\gamma = 2{,}32$, iar pentru proba de wolframit: $\alpha = 2{,}31$, $\gamma = 2{,}46$; biax pozitiv, $2V\gamma = 73-78°$.

Chimism. Wolframat de mangan și fier bivalent (Mn, Fe)(WO_4); între Mn^{2+} și Fe^{2+} există un izomorfism complet (tab. 176).

Tabelul 176

	Raportul atomic		Raportul procentual	
	Fe	Mn	FeO	MnO
Hübnerit	0—20	100—80	0—4,8	23,4—18,7
Wolframit	20—80	80—20	4,8—18,9	18,7—4,7
Ferberit	80—100	20—0	18,9—23,6	4,7—0

În compoziția chimică sînt semnalați și Nb și Ta, probabil în pozițiile caracteristice W. Conținutul maxim (2,2%) se datorează incluziunilor de niobați și tantalați. Spectral au mai fost determinate urme de Sc, In, Ti, V, Mo și Al.

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8
MnO	23,42	23,40	20,29	12,55	3,37	1,41	0,19	—
FeO	—	0,24	5,33	10,81	18,18	22,54	24,77	23,65
CaO	—	0,13	—	0,80	0,24	—	—	—
MgO	—	—	—	0,12	—	0,18	urme	—
WO_3	76,58	75,58	74,78	74,84	73,74	75,07	75,21	76,35
$(Nb, Ta)_2O_5$	—	0,05	—	0,26	2,20	—	—	—
Rez.	—	0,62	—	1,00	2,06	0,88	—	—
Total	100,00	100,02	100,40	100,38	99,79	100,08	99,77	100,00

1 — $Mn(WO_4)$. 2 — Hübnerit; Uncompahgre (Colorado); reziduu SiO_2. 3 — Wolframit; Bodiosa, Vizcu (Portugalia). 4 — Wolframit; Cornwall (Anglia); SiO_2=0,30; Fe_2O_3=0,70. 5 — Ferberit; Cave Creek (Arizona); CuO=1,34; SiO_2=0,72; $(Nb, Ta)_2O_5$ — Ta_2O_5=1,50, Nb_2O_5=0,70. 6 — Ferberit; Riddarhyttan (Suedia); SiO_2=0,88, MoO_3. 7 — Ferberit (reinit); Kurasawa, Kai (Japonia). 8 — Fe (WO_4).

Ocurență. Wolframitul se întîlnește mai ales în filoane hidrotermale de cuarț localizate în masivele granitice, asociindu-se cu casiteritul, molibdenitul, mispichelul, pirita, calcopirita etc. În greisene, adică în acele porțiuni ale masivelor granitice care au suferit transformări sub acțiunea soluțiilor pneumatolitice, apare asociat cu mice, topaz, fluorină, turmalină, uneori beril, casiterit, molibdenit. În cantități mici se află în pegmatitele granitelor. Din punct de vedere mineralogic sînt interesante cazurile de substituire endogenă a cristalelor de scheelit prin wolframit, atît la periferie cît și de-a lungul fisurilor. Deseori se constată substituiri ale wolframitului prin scheelit. În zona de alterare wolframitul se transformă în așa-numitul ocru wolframic, tip în care Fe^{2+} trece în Fe^{3+}. În timpul acestor transformări are loc distrugerea rețelei cristaline cu formare de mase pămîntoase de culoare galben-cafenie sau cafenie, constituite îndeosebi din hidrowolframit unde este prezent Fe^{3+} sub formă de ferritungstit. Uneori se formează oxizi galben-verzui de wolfram-tungstit H_2WO_4 sau hidrotungstit $H_2WO_4 \cdot 2\,H_2O$. Prin dezagregarea hübneritului se formează acumulări negre, psilomelanice care conțin WO_3. De regulă, concrețiunile de psilomelan de aluminiu conțin cîteva procente de WO_3 chiar dacă ele se găsesc la o distanță apreciabilă față de zăcămînt.

În România apare în zăcăminte pirometasomatice legate de magmatismul banatitic (Oravița, Ciclova Română) și în filoane hidrotermale de sulfuri legate de magmatismul neogen (Baia Sprie, Băiuț).

Hübneritul, frecvent asociat wolframitului, se găsește în filoane hidrotermale epitermale la Tonopah (Nevada) și Cripple Creek (Colorado).

Ferberitul este întîlnit în S.U.A. la Boulder Vienne; în Groenlanda la Ivigtut; în Bolivia la Calacalani Colquiri; în Spania la Siera Almagrera.

Wolframitul se găsește în China, în S.U.A., Portugalia, Marea Britanie, Bolivia, Australia, R. D. Germană, în Franța (departamentul Haute-Vienne), în U.R.S.S. (la Nerehinsk, Transbaicalia), în Portugalia (la Beira Beixa),

în Spania (la Orense în provincia Cordoba), în Republica Africa de Sud (în Transvaal la Fides Stavoran), în Bolivia (la Chicota Grande și Llallagua), în Argentina (la Sierra de Cordoba și Sierra de San Louis).

SANMARTINIT (Zn, Fe)(WO_4)

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,8004 : 1 : 0,8499; β=90°28′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,712; b_0=5,738; c_0=4,958 Å; conține în celulă $(Zn, Fe, Ca)_2(WO_4)_2$. Produsul artificial conține $Zn(WO_4)$; a_0=4,68; b_0=5,73; c_0=4,95 Å, iar β=90°30′.

Habitus: mase granulare fine, la microscop cristale tabulare (001), agregate reticulare. Forme principale: b(010), a(100), m(110), t(102), Δ(112). *Clivaj*: (010) perfect. *Luciu*: rășinos. *Culoare*: brun-negru, brun, la microscop brun-roșcat. *G*=6,70.

Ocurență., Apare, prin alterarea willemitului și scheelitului, în filonașe de cuarț în Argentina la Los Cerrillos și San Martin în provincia San Luis.

B. Grupa scheelitului

Mineralele aparțin tipului structural AXO_4, unde X este frecvent I, W sau Mo. Cristalizează în sistemul tetragonal. W și Mo uneori se pot substitui reciproc în proporții limitate, fenomen caracteristic acumulărilor hidrotermale de temperaturi ridicate prezente deseori în skarne.

SCHEELIT Ca(WO_4)

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m.

Relația axială: a : c=1 : 2,1717.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,246; c_0=11,349 Å; conține $Ca_4(WO_4)_4$.

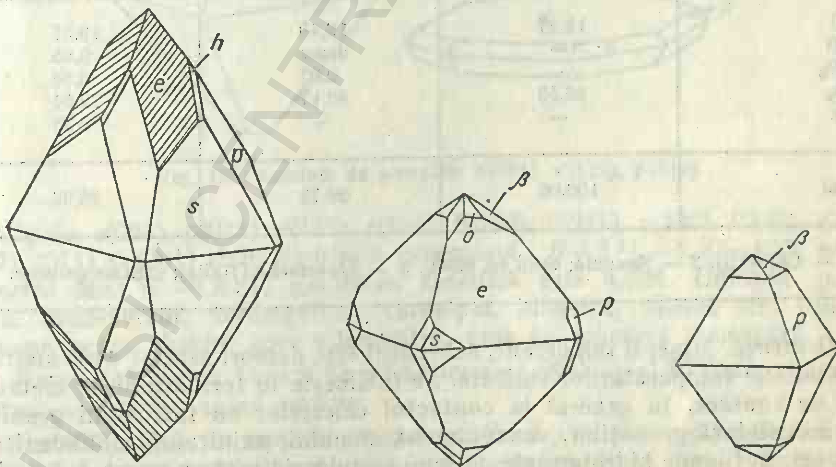


Fig. 124. Cristale de scheelit: e(112); o(114); β(013); p(011); h(123); s(121).

Habitus: octaedric (011) sau (112), cristale tabulare (001), frecvente (112). Mase masive granulare, columnare. Forme principale: c(001), β(013), p(011), o(114), e(112), g(134), h(123), s(121), v(012), f(014). *Macle*: (110) comune, de penetrație; uneori (001). Orientarea concreșterilor: wolframitul (010) [001] este paralel cu scheelitul (001) [110]. *Clivaj*: (101) bun, (112), (001) slab. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală. $H=4\ ^1/_2-5$. $G=6{,}10$; descrește odată cu creșterea conținutului în Mo. *Urmă*: albă. *Transparent*.

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolor; prezintă culori de birefringență anomale; indicii de refracție variază în raport cu conținutul în Mo; uniax pozitiv.

Tabelul 178

Proprietăți optice

λ	667	570	457
ε	1,9263	1,9375	1,9525
ω	1,9107	1,9208	1,9344

Chimism. Wolframat de Ca cu formula $Ca(WO_4)$, unde W poate fi substituit parțial prin Mo indicînd o tendință slabă de a forma un amestec izomorf cu powellitul $Ca(Mo,WO_4)$; raportul Mo : W=1 : 1,38. Scheelitul, frecvent întîlnit în natură, conține puțin Mo, la care se adaugă urme de Nb și Ta, substituind atît Ca cît și W, urme de F și Cl, uneori chiar Si, impurități de Fe și Bi.

Tabelul 179

Analize chimice

	1	2	3
CaO	19,47	19,49	19,57
MgO	—	urme	0,05
MoO_3	—	0,07	0,58
WO_3	80,53	80,17	79,51
Rez.	—	—	0,25
Total	100,00	99,73	99,96

1 — $Ca(WO_4)$. 2 — Saxonia; brun cu MoO_3. 3 — Traversella (Italia); cristale galbene.

Ocurență. Mineral important, scheelitul este deseori asociat wolframitului, caracteristic temperaturilor ridicate. Se întîlnește în formațiuni de metamorfism de contact, în general la contactul calcarelor cu intruziuni granitice, cînd se asociază granaților, vezuvianului, sfenului, axinitului, molibdenitului, fluorinei; în filoane hidrotermale de temperatură ridicată cu cuarț, în imediata vecinătate a intruziunilor granitice, cînd alături de wolframit și casiterit

se asociază și cu turmalina, apatitul, topazul, fluorina, mica, bismutina. Ca mineral accesoriu, în pegmatite subordonat wolframitului.

În R. S. România apare în mineralizații legate de fundamentul cristalin la Băile Borșa, în skarne formate la contactul magmatitelor banatitice (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Tincova, Băița—Bihor), în filoane mezotermale din provincia magmatică neogenă (Baia Sprie).

Se întîlnește în R. D. Germană în Saxonia; în R. S. Cehoslovacă în Boemia; în Austria în M. Alpi; în Italia în Piemonte și Sardinia; în Franța la Meymac în departamentul Corrèze; în Anglia în comitatul Cornwall; în U.R.S.S. în Uzbekistan, în M. Ala-Tau, la Krasnoiarsk, în Transbaikalia; în S.U.A. în Nevada (la Humboldt Range, Silver Dyke, Orena și Paradise Range), apoi în Arizona (la mina Boriana, Hualpai, Mohave County), în New Mexico (la Hidalgo County), în California (lîngă Bishop în Inyo County, la Atolia în San Bernardino County, la Randsburg în Kern County), în Idaho (la Yellow Pine și Coeur d'Alene în Shoshone County), în Utah (la Cottonwood — American Fork, Beaver County); în Canada la Bridge River, Cariboo și Nelson.

POWELLIT $Ca(Mo, WO_4)$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,23$; $c_0=11,44$ Å; conține $Ca_4(MoO_4)_4$. Izostructural cu scheelitul.

Habitus: frecvent piramidal, uneori tabular (001), mase masive, foioase, pseudomorf după molibdenit sau mase pulverulente, cruste cristaline. Forme

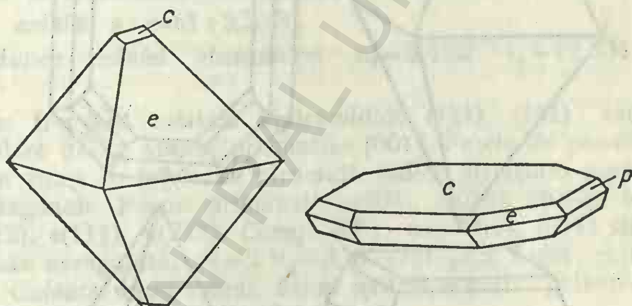


Fig. 125. Cristale de powellit: c(001), e(112), p(011).

principale: c(001), p(011), e(112), r(156), h(123), S(211), u(127), f(136). *Clivaj*: (112), (011) și (001) slab. *Spărtură*: neregulată. $H=3\ ^1/_2-4$. $G=4,23$; pentru raportul Mo : W=9,2 : 1, greutatea specifică este 4,526. *Culoare*: galben, brun, brun-verzui, verde-gălbui, verde-pal, albastru, uneori alb, cenușiu, aproape negru. *Luciu*: spre adamantin, gras în spărtură proaspătă.

Proprietăți optice. Indicii de refracție: $\varepsilon=1,967$, $\omega=1,978$; dicroic: ε=albastru, ω=verde; uniax pozitiv.

Ocurență. Este un mineral secundar obținut prin alterarea molibdenitului. În U.R.S.S. apare asociat cu scheelit în Uzbekistan, în M. Ural și în M. Altai. Este întîlnit apoi în Turcia, Maroc și S.U.A. (în statele Utah, Michigan, Nevada, Texas, California și New Mexico).

C. Grupa wulfenitului

WULFENIT $Pb(MoO_4)$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4.

Relația axială: a : c = 1 : 2,2308.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 5{,}401$; $c_0 = 12{,}079$ Å; conține $Pb_4(MoO_4)_4$.

Habitus: uneori tabular (001), în habitus octaedric, frecvent prismatic și (001) cuboidal. Mase masive, fin granulare. Forme principale: c(001), a(010), m(110), μ(170), f(150), k(130), g(120), s(013), n(011), d(021), t(116), z(115), u(114), y(113), e(112), r(032). *Macle*: (001), ax polar [001]. *Clivaj*: (011) bun, (001) și (013) slab. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală. *H* = 2 3/4—3.

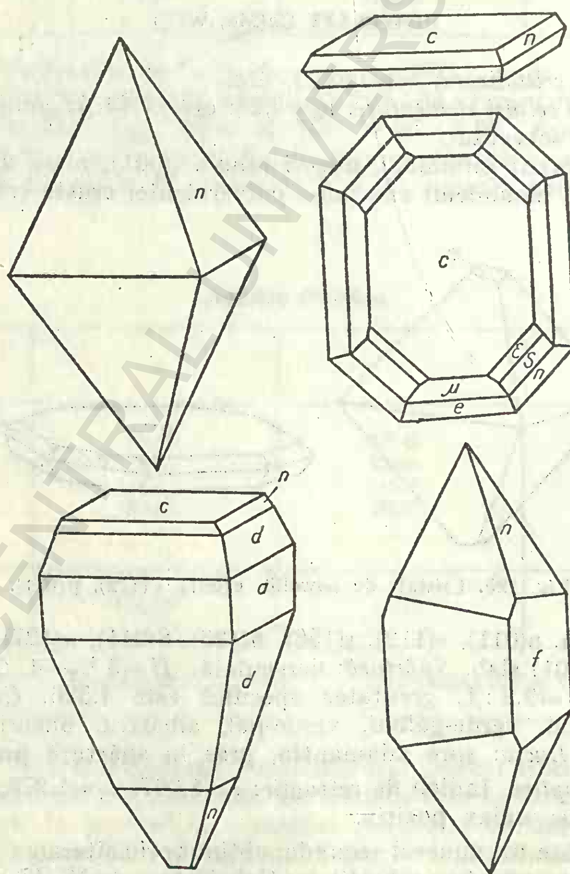


Fig. 126. Cristale de wulfenit: c(001); a(010); n(011); μ(170); d(021); f(150); s(013); ε(019); e(112).

G=6,5—7,0. *Luciu*: rășinos sau adamantin. *Culoare*: galben-oranj, galben-murdar, cenușiu-gălbui, alb-cenușiu, uneori verde-oliv, brun, brun-roșcat, oranj, roșu, datorită prezenței Cr. *Urmă*: albă. F=1 065°.

Proprietăți optice. Slab pleocroic, în culori oranj și galbene. Indicii de refracție (λ=686,7) :ε =2,362; ω=2,255. Uniax negativ, uneori biax, $2V_\alpha$=8°.

Chimism. Molibdat de plumb $Pb(MoO_4)$; W poate substitui parțial Mo, raportul atingînd W : Mo=1 : 1, izostructural cu $Pb(WO_4)$. Ca^{2+} substituie Pb, raportul fiind Ca : Pb=1 : 1,7, izostructural cu powellitul. Este citat deseori ca fiind prezent și Fe_2O_3, iar în urme V, Cr și As.

Ocurență. Apare ca mineral secundar în zona de oxidație a zăcămintelor de plumb, asociat piromorfitului, vanadinitului, ceruzitului, mimetitului, limonitului, calcitului.

În România se întîlnește ca mineral supergen format pe zăcăminte plumbifere legate de lamprofire mezozoice (Șinca Nouă), de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Rușchița, Băița—Bihor) și de cel neogen (Deva, Baia de Arieș).

Este citat ca prezent în Saxonia; în R. S. Cehoslovacă la Příbram; în Sardinia la Sarrabus și Gennemari; în Maroc la Jebel Mahser; în Algeria la Sidi Rouman; în Australia la Broken Hill; în S.U.A. în statele Arizona, New Mexico, Nevada, Utah și Pennsylvania.

STOLZIT $Pb(WO_4)$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4?

Relația axială: a : c=1 : 2,2070.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,452; c_0=12,031 Å; conține $Pb_4(WO_4)_4$.

Habitus: frecvent cristale bipiramidale (111), (101) sau piramidale, uneori tabulare (001), alteori prismatice [001]. Fețele de prismă sînt striate orizontal, în timp ce fețele de piramidă indică striațiuni paralele cu (hol), (hkl) sau diagonale. Forme principale: c(001), a(010), v(012), n(011), o(021), u(114), e(112), ε(111), π(213). *Clivaj*: (001) imperfect, (011) slab. *Spărtură*: concoidală sau neregulată. H=2 ½—3. G=7,9—8,3. *Luciu*: rășinos sau semiadamantin. *Culoare*: brun-roșcat, brun, galben-cenușiu, galben-închis, uneori verde, galben-roșcat sau roșu. *Urmă*: incoloră. F=1 123°.

Proprietăți optice. Indicii de refracție: ε=2,2685—2,2700; ω=2,1820—2,1900; uniax negativ.

Chimism. Wolframat de plumb, dimorf cu raspitul; analizele indică substituirea Mo cu W, iar a Pb prin Ca, Mn^{2+} sau Mg^{2+}? în $Pb(Mo, W)O_4$; raportul Mo : W=1 : 1; sînt serii limitate.

Ocurență. Este un mineral secundar asociat cu limonit, vanadinit, wad, wulfenit și ceruzit. A fost determinat prima oară la Zinnwald în parageneză cu wulfenitul.

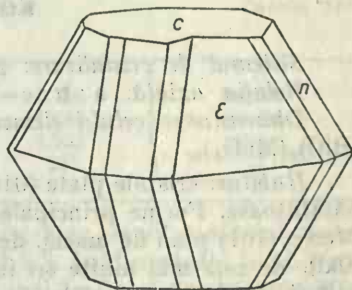


Fig. 127. Cristal de stolzit: c(001); ε(111); n(011).

Se mai întîlneşte în Austria la Bleiberg (Carinthia); în Sardinia la Bena şi Padru; în Anglia în comitatul Cumberland; în Brazilia la Ouro Preto (Minas Geraes); în S.U.A. în statele Massachusetts, Arizona (la Tombstone şi Primos), Utah, Pennsylvania şi Columbia.

RASPIT $Pb(WO_4)$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=1,3450 : 1 : 1,1147; β=107°37'.

Habitus: frecvent tabular (100), striuri paralele [010], uneori alungiri după [010] sau [100], macle tabulare (̄101). Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), d(011), f(̄102), e(̄101), p(122). *Macle*: (100) plan de maclă şi (̄102). *Clivaj*: (100) perfect. $H=2\,^1/_2-3$. $G=8,46$. *Culoare*: brun-gălbui, galben, cenuşiu. *Luciu*: adamantin.

Proprietăţi optice. Orientarea: $\beta=b$, $\gamma \wedge c \approx 30°$; indicii de refracţie: $\alpha=2,27$, $\beta=2,27$, $\gamma=2,30$; biax pozitiv; $2V_\gamma$ este uneori zero.

Ocurenţă. A fost determinat la Broken Hill, statul New South Wales, Australia; la Sumidouro, provincia Minas Geraes, Brazilia; la Cerro Estano şi la Guanojuato, Mexic.

II. MOLIBDAŢI ŞI WOLFRAMAŢI BAZICI ŞI HIDRATAŢI

CUPROTUNGSTIT $Cu_2(WO_4)(OH)_2$

Mase: microcristaline, cruste, compacte sau friabile. *Culoare*: verde, verde-oliv, verde-închis. *Luciu*: sticlos, uneori mat pentru masele pămîntoase. *Urmă*: cenuşiu-verzuie, galben-verzuie.

Proprietăţi optice. Indicele de refracţie n=2,15; uneori birefringenţă ridicată.

Ocurenţă. Este un mineral secundar format prin alterarea scheelitului. Se întîlneşte la Cave Creek în Arizona şi în California, S.U.A.; la Llamuco, lîngă Santiago, Chile; la Villa Salto, Sardinia; la Sorpresa Montoro, Spania; la Ofuku, Nagato, Japonia; la San Lorenzo şi Arizpe, Mexic.

KOECHLINIT $(BiO)_2(MoO_4)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,3419 : 1 : 0,3410.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,48$; $b_0=16,16$; $c_0=5,48$ Å; conţine $(BiO)_8(MoO_4)_4$.

Habitus: cristale plate (010), cu striuri paralele cu (010), masiv sau forme pămîntoase. Forme principale: c(001), b(010), n(021), h(041), p(131), s(151). *Macle*: (101) plan de maclă, de contact sau de penetraţie. *Clivaj*: (010) perfect, (0kl), de cele mai multe ori imperfect. *G* probabilă este 8,29. *Culoare*: verde, gălbui. *Urmă*: verde-gălbuie.

Proprietăţi optice. Orientarea: $\alpha=c$, $\beta=a$, $\gamma=b$; indicii de refracţie: $\alpha=2,52$, $\beta=2,61$, $\gamma=2,67$; uşor pleocroic; biax negativ, $2V_\alpha$ este deseori mare.

Ocurență. Apare la Mina Daniel, la Schneeberg, Saxonia, asociat cu cuarț, bismut nativ, smaltină; apoi la Coolgardia (Australia de Vest) și la Bygoo (New South Wales).

FERRITUNGSTIT $Fe_2(WO_4)(OH)_4 \cdot 4H_2O$?

Mase: pămîntoase; microscopic se observă forme hexagonale, plate. *Culoare*: galben-pal, sau galben-brun. $G=5{,}57$.

Proprietăți optice. Indicii de refracție: $\varepsilon=1{,}80$, $\omega=1{,}72$; optic negativ.

Ocurență. Apare la Deer Trail, Washington, S.U.A.; Cerro Liquinaste, provincia Jujuy, Argentina.

LINDGRENIT $Cu_3(MoO_4)_2(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/ m.

Relația axială: a : b : c=0,4001 : 1 : 0,3852; $\beta=98°23'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}613$; $b_0=14{,}030$; $c_0=5{,}405$ Å; conține $Cu_6(MoO_4)_4(OH)_4$.

Habitus: tabular, plat (010), rar acicular [101], cu dublă terminație, mase compacte, plate. Forme principale: b(010), o(110), C(101), A($\bar{1}$01), h(111), q(211). *Clivaj*: (010) perfect, (101) și (100) bun. $H=4\,^1/_2$. $G=4{,}26$. *Culoare*: verde, verde-gălbui.

Proprietăți optice. În lumină transmisă, galben-verzui; orientarea: $\gamma=b$, $\alpha \wedge c=+9°$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}930$, $\beta=2{,}002$, $\gamma=2{,}020$; biax negativ, $2V_\alpha=71°$.

Ocurență. Mineral secundar, lindgrenitul apare la Chuquicamata, Chile.

FERIMOLIBDIT $Fe_2(MoO_4)_3 \cdot 8H_2O$?

Sistemul de cristalizare: probabil rombic.

Habitus: mase masive sau fibroase, cruste fibroase dispuse radiar, agregate fibroase, uneori subfibroase, mase pulverulente. $G=2{,}99$. *Culoare*: galben-deschis, uneori galben-intens, verde, galben. *Luciu*: perlat sau pămîntos. *Urmă*: galben-pal.

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolor sau slab colorat în galben Indicii variază odată cu variația chimismului.

Tabelul 180

Proprietăți optice

α	1,78	1,74	1,720	incolor
β	1,79	1,75	1,733	incolor
γ	2,04	1,95	1,935	galben
$2V_\gamma$	mic	mic	28°	—

Ocurență. Mineral secundar, obținut prin alterarea molibdenitului, ferimolibditul se asociază cu limonitul. Apare în U.R.S.S. la Minusinsk, în M. Ural și în regiunea Lacului Ladoga; în Italia la Bivongi în Calabria; în Australia la Kingsgate, Wilson's Downfall și Wunglebong (New South Wales); în S.U.A. în New Hampshire, în Pennsylvania, în Carolina de Nord și în Georgia.

FOSFAȚI, ARSENIAȚI ȘI VANADAȚI

H																	
Li	Be		C												O		
Na	Mg	Al	Si											P	S		
K	Ca	Sc		V		Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn			As			
	Sr	Y															
	Ba	La Lu											Pb	Bi			
			Th														

CARACTERE GENERALE

Această clasă cuprinde fosfații, arseniații, antimoniații și vanadații, la care se adaugă de asemenea și cîteva săruri duble ale acidului fosforic sau ale altui acid. Deși se cunosc un număr ridicat de specii minerale, totuși ponderea lor totală în scoarța terestră este relativ redusă. Anionii $(PO_4)^{3-}$, $(AsO_4)^{3-}$ și $(VO_4)^{3-}$ au dimensiuni mari, formînd săruri stabile cu cationi trivalenți de dimensiuni mari, îndeosebi cu cele din grupa TR precum și cu Bi. Aceste săruri sînt de obicei anhidre; combinațiile cu cationi de dimensiuni mici sînt reprezentate de regulă prin minerale hidratate care au o anumită stabilitate.

Elementele bivalente dau fosfați în prezența unor anioni suplimentari, OH^-, F^-, O^{2-}, uneori Cl^-, sau sub formă de compuși acizi; cele mai stabile combinații sînt cele cu cationi bivalenți de dimensiuni mari, Ca^{2+}, Sr^{2+}, uneori Pb^{2+}; pentru arseniați și vanadați, combinațiile cele mai stabile sînt cele cu Pb^{2+}, avînd anion suplimentar în special Cl^-. Sînt cunoscuți și compușii dubli de Pb^{2+} și Ca^{2+} cu Cu^{2+}, Zn^{2+}, Mg^{2+} și uneori Mn^{2+}, precum și săruri de Ca^{2+} ca minerale acide și hidratate. Un studiu comparativ între sulfatul de calciu hidratat, fosfatul acid de calciu hidratat și arseniatul acid de calciu hidratat pune în evidență multe asemănări între proprietățile acestor combi-

nații. Se remarcă valori aproape egale între dimensiunile celulei elementare, valori apropiate pentru duritate, greutate specifică și unele asemănări structurale. Cei trei compuși au ca element cationic Ca^{2+}, element bivalent, care cristalizează în sistemul monoclinic.

Tabelul 181

Constante structurale și proprietăți fizice

	a_0	b_0	c_0		H	G
Gips $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$	10,47	15,15	6,28	98°58′	2	2,31
Brushit $CaHPO_4 \cdot 2\,H_2O$	10,47	15,15	6,28	95°15′	2	2,25
Farmacolit $CaHAsO_4 \cdot 2\,H_2O$	10,97	15,40	6,29	96°36′	2–2,5	2,64

Se evidențiază încă o dată că un cation de tipul H^+, cu dimensiuni foarte mici, introdus într-o rețea cristalină, practic nu produce nici o modificare asupra dimensiunilor celulei elementare. De asemenea se observă că anionii $(SO_4)^{2-}$ și $(PO_4)^{3-}$ au dimensiuni absolut egale, în timp ce $(AsO_4)^{3-}$ este ceva mai mare. Corespunzător anionilor, indicii de refracție ai acestor minerale cresc de la gips la farmacolit; birefringența la acești compuși este aproape aceeași. Greutățile specifice sînt în concordanță strictă cu greutățile atomice ale cationilor din anionii complecși S^{6+}, P^{5+} și As^{5+}. În ceea ce privește fosfații și arseniații, aparținînd cationilor bivalenți de dimensiuni mici, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, aceștia sînt stabili numai sub forma unor compuși hidratați cu 8, 4 sau 3 molecule de apă de cristalizare. Cationii monovalenți Na^+, Li^+ formează săruri în prezența Al^{3+} și în majoritatea cazurilor sub formă de săruri hidratate. Între sărurile hidratate din această categorie, un loc aparte din punctul de vedere al compoziției îl ocupă așa-numitele mice uranifere și vanadații complecși.

Un interes deosebit îl prezintă fenomenele de izomorfism heterovalent, care se constată deseori la această clasă de compuși, în special la fosfați. Fenomenul de izomorfism apare atît în legătură cu grupările anionice, cît și în legătură cu diverșii cationi prezenți în compoziția lor chimică.

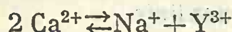
Astfel, anionul $(PO_4)^{3-}$ poate fi substituit prin anionii $(SO_4)^{2-}$, $(SiO_4)^{4-}$, anioni cu dimensiuni egale și cu aceeași dispoziție spațială structurală. În substituirile anionilor există obligativitatea ca sarcina anionilor să se păstreze. Acest lucru se realizează datorită faptului că, prin înlocuirea unui anion $(PO_4)^{3-}$ printr-un anion de tip $(SiO_4)^{4-}$ sau de tip $(SO_4)^{2-}$, trebuie să intre în același timp în compoziția mineralului și un anion de tip bivalent pentru $(SiO_4)^{4-}$ sau un anion tetravalent pentru $(SO_4)^{2-}$. În aceste condiții sarcina anionului este păstrată. De exemplu:



$$2(PO_4)^{3-} \rightleftarrows (SiO_4)^{4-} + (SO_4)^{2-}$$

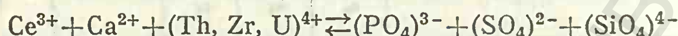
În cazul cationilor, substituirile cationului fundamental se realizează în aceleași condiții ca și la anioni. Anume, ionii de Ca^{2+} pot fi înlocuiți conform

dimensiunilor lor prin Na^+, Y^{3+}, uneori TR^{3+}. Aceste substituiri se caracterizează prin menținerea în forma inițială a anionului compusului mineral:



$$2\,Ca^{2+} \rightleftarrows Na^+ + Y^{3+}$$

Substituirile izomorfe pot să se producă simultan, atît în rîndul elementelor cationice, cît și în rîndul grupărilor anionice. Exemple de astfel de substituiri:



$$Ce^{3+} + Ca^{2+} + (Th, Zr, U)^{4+} \rightleftarrows (PO_4)^{3-} + (SO_4)^{2-} + (SiO_4)^{4-}$$

În aceste substituiri important este ca sarcinile totale pozitive și negative să fie egale, dimensiunile ionilor de substituție să fie aceleași sau apropiate, numărul total de anioni și cationi să se conserve prin substituții, iar structura cristalină și proprietățile fizice ale mineralelor să se păstreze.

În ceea ce privește condițiile de formare a numeroaselor minerale care fac parte din această clasă trebuie să reținem că marea lor majoritate, mai ales compușii hidratați, sînt legate de procesele exogene de formare a mineralelor. Dintre mineralele endogene fac parte exclusiv fosfații, majoritatea lor formîndu-se în fazele finale ale proceselor magmatice. Mineralele care fac parte din această clasă se împart în două mari grupe: fosfați, arseniați și vanadați anhidri și fosfați, arseniați și vanadați hidratați; aceste subdiviziuni se subîmpart în funcție de raportul A : B, cu sau fără anioni suplimentari.

Tabelul 182

Clasificarea fosfaților, vanadaților și arseniaților

I. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI ANHIDRI ACIZI
1. Tipul amestec Monetit $CaH(PO_4)$ Schultenit $PbH(AsO_4)$
II. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI ANHIDRI NORMALI
1. Tipul $AB(XO_4)$ *Grupa trifilitului* Trifilit $LiFe(PO_4)$ Litiofilit $LiMn(PO_4)$ Hühnerkobelit $(Na, Ca)Fe(PO_4)$ Varulit $(Na, Ca)Mn(PO_4)$ Natrofilit $NaMn(PO_4)$ *Seria sickleritului* Ferrisicklerit $(Li, Fe^{3+}, Mn^{2+})(PO_4)$ Sicklerit $(Li, Mn^{2+}, Fe^{3+})(PO_4)$ *Seria alluauditului* Alluaudit $(Na, Fe^{3+}, Mn^{2+})(PO_4)$ Mangan-alluaudit $(Na, Mn^{2+}, Fe^{3+})(PO_4)$

Seria heterositului Heterosit $(Fe^{3+}, Mn^{3+})(PO_4)$ Purpurit $(Mn^{2+}, Fe^{3+})(PO_4)$ Berilonit $NaBe(PO_4)$ Arrojadit $Na_2(Fe^{2+}, Mn^{2+})_5(PO_4)_4$
2. Tipul $A_3B_2(XO_4)_3$ *Seria berzeliitului* Berzeliit $(Mg, Mn)_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$ Manganberzeliit $(Mn, Mg)_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$ Caryinit $(Ca, Pb, Na)_5(Mn, Mg)_4(AsO_4)_5$?
3. Tipul $A_3(XO_4)_2$ Whitlockit $Ca_3(PO_4)_2$ Graftonit $(Fe, Mn, Ca)_3(PO_4)_2$
4. Tipul $A(XO_4)$ Xenotim $Y(PO_4)$ Monazit $(Ce, La, Dy)(PO_4)$ Berlinit $Al(PO_4)$ Rooseveltit $Bi(AsO_4)$
III. FOSFAŢI, ARSENIAŢI, VANADAŢI HIDRATAŢI ACIZI
1. Tipul $(A, B)_mH_n(XO_4)_p \cdot x\, H_2O$, unde: $m+n : p>2:1$ Stercorit $Na(NH_4)H(PO_4) \cdot 4\, H_2O$ Hannayit $Mg_3(NH_4)_2H_4(PO_4)_4 \cdot 8\, H_2O$ Hureaulit $Mn_5H_2(PO_4)_4 \cdot 4\, H_2O$ 2. Tipul $AH(XO_4) \cdot x\, H_2O$ *Grupa brushitului* Brushit $CaH(PO_4) \cdot 2\, H_2O$ Farmacolit $CaH(AsO_4) \cdot 2\, H_2O$ Haidingerit $CaH(AsO_4) \cdot H_2O$ Newberyit $MgH(PO_4) \cdot 3\, H_2O$ Forbesit $(Ni, Co)H(AsO_4) \cdot 3^1/_2\, H_2O$? *Grupa rössleritului* Rösslerit $MgH(AsO_4) \cdot 7\, H_2O$ Fosforrösslerit $MgH(PO_4) \cdot 7\, H_2O$
IV. FOSFAŢI, ARSENIAŢI, VANADAŢI HIDRATAŢI NORMALI
1. Tipul $AB(XO_4) \cdot x\, H_2O$ Struvit $(NH_4)Mg(PO_4) \cdot 6\, H_2O$
2. Tipul $AB_2(XO_4)_2 \cdot x\, H_2O$ Dickinsonit $Na_6(Mn, Fe, Ca)_{14}H_2(PO_4)_{12} \cdot H_2O$ Fillowit $Na_6(Mn, Fe, Ca)_{14}H_2(PO_4)_{12} \cdot H_2O$?

Grupa fairfielditului

Fairfieldit $Ca_2(Mn, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2\ H_2O$
Collinsit $Ca_2(Mg, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2\ H_2O$

Grupa roselitului

Roselit $Ca_2(Co, Mg)(AsO_4)_2 \cdot 2\ H_2O$
Brandtit $Ca_2Mn(AsO_4)_2 \cdot 2\ H_2O$

Seria reddingitului

Reddingit $(Mn, Fe)_3(PO_4)_2 \cdot 3\ H_2O$
Fosfoferit $(Fe, Mn)_3(PO_4)_2 \cdot 3\ H_2O$
Landesit $Fe_6Mn_{20}(PO_4)_{16} \cdot 27\ H_2O$?
Stewartit $MnFe_2(OH)_2(PO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$
Salmonsit fosfat de Mn, Fe
Anapait $Ca_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4\ H_2O$
Parahopeit $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4\ H_2O$
Hopeit $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4\ H_2O$
Fosfofilit $Zn_2(Fe, Mn)(PO_4)_2 \cdot 4\ H_2O$
Tricalcit $Cu_3(AsO_4)_2 \cdot 5\ H_2O$
Picrofarmacolit $(CaMg)_3(AsO_4)_2 \cdot 6\ H_2O$?

Grupa vivianitului

Vivianit $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$
Eritrină $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$
Annabergit $Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$
Köttigit $Zn_3(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$
Symplesit $Fe_3(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$
Bobierrit $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$
Hörnesit $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$

3. Tipul $A(XO_4) \cdot x\ H_2O$

Grupa variscitului

Variscit $Al(PO_4) \cdot 2\ H_2O$
Strengit $Fe(PO_4) \cdot 2\ H_2O$
Scorodit $Fe(AsO_4) \cdot 2\ H_2O$
Mansfieldit $Al(AsO_4) \cdot 2\ H_2O$

Grupa metavariscitului

Metavariscit $Al(PO_4) \cdot 2\ H_2O$
Metastrengit $Fe(PO_4) \cdot 2\ H_2O$
Weinschenkit $(Y, Er)(PO_4) \cdot 2\ H_2O$
Churchit $(Ce, Ca)(PO_4) \cdot 2\ H_2O$
Rabdofan $(Ce, Y)(PO_4) \cdot H_2O$

V. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI ANHIDRI CU HIDROXIL SAU HALOGEN

1. Tipul $A_m(XO_4)_pZ_q$, unde: $m : p > 4 : 1$

Sahlinit $Pb_{14}(AsO_4)_2O_9Cl_4$
Holdenit $(Mn^{2+}Ca)_4(Zn, Mg, Fe^{2+})_2(AsO_4)(OH)_5O_2$?
Hematolit $(Mn^2+Mg)_4Al(AsO_4)(OH)_8$

Grupa clorofenicitului

Clorofenicit $(Zn, Mn)_5(AsO_4)(OH)_7$
Magneziumclorofenicit $Mg_5(AsO_4)(OH)_7$
Sinadelfit $(Mn, Mg, Ca, Pb)_4(AsO_4)(OH)_5$

2. Tipul $A_7(XO_4)_2Z_q$

Morinit $(Ca, Na)_3Al_2(PO_4)_2(OH, F)_5$
Ježekit $Na_4CaAl_2(PO_4)_2(OH)_2F_2O$?
Allactit $Mn_7(AsO_4)_2(OH)_8$

3. Tipul $A_3(XO_4)Z_q$

Clinoclaz $Cu_3(AsO_4)(OH)_3$
Cornetit $Cu_3(PO_4)(OH)_3$
Georgiadesit $Pb_3(AsO_4)Cl_3$
Atelestit $Bi_3(AsO_4)O_2(OH)_2$?
Flinkit $Mn_2^{2+}Mn^{3+}(AsO_4)(OH)_4$
Retzian $(Mn, Ca)_{14}R(OH)_{25}(AsO_4)_2$?

4. Tipul $(A, B)_5(XO_4)_2Z_q$

Walpurgit $Bi_4(UO_2)(AsO_4)_2O_4 \cdot 3\ H_2O$
Erinit $Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4$
Pseudomalachit $Cu_5(PO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$?
Arsenoclasit $Mn_5(AsO_4)_2(OH)_4$
Andrewsit $(Cu, Fe^{2+})_3Fe_6^{3+}(PO_4)_4(OH)_{12}$
Laubmannit $Fe_3^{2+}Fe_6^{3+}(PO_4)_4(OH)_{12}$

5. Tipul $AB(XO_4)Z_q$

Grupa adelitului

Adelit $CaMg(AsO_4)(OH, F)$
Conicalcit $CaCu(AsO_4)(OH)$
Austinit $CaZn(AsO_4)(OH)$
Duftit $PbCu(AsO_4)(OH)$

Grupa descloizitului

Descloizit $ZnPb(VO_4)(OH)$
Mottramit $CuPb(VO_4)(OH)$
Pirobelonit $MnPb(VO_4)(OH)$
Calciovolborthit $CaCu(VO_4)(OH)$
Turanit $Cu_2(VO_4)(OH)$?
Volborthit $CuCa(VO_4)(OH)$
Cornwallit $Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4$

Seria herderitului

Herderit $CaBe(PO_4)(F, OH)$

Seria ambligonitului

Ambligonit $(Li, Na)Al(PO_4)(F, OH)$
Montebrasit $(Li, Na)Al(PO_4)(OH, F)$
Natromontebrasit $(Na, Li)Al(PO_4)(F, OH)$
Tilasit $CaMg(AsO_4)F$
Durangit $NaAl(AsO_4)F$

Grupa plumbogummitului

Plumbogummit $PbAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$
Gorceixit $BaAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$
Goyazit $SrAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$
Crandallit $CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$

Deltait $Ca(Al_2, Ca)(PO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$
Florencit $CeAl_3(PO_4)_2(OH)_6$
Dussertit $BaFe_3(AsO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$
Chenevixit $Cu_2Fe_2(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$?
Brazilianit $NaAl_3(PO_4)_2(OH)_4$
Grifit $(Na, Ca, Fe, Al)_3Mn_2(PO_4)_{2,5}(OH, F)_2$
Arseniopleit $(Mn^{2+}, Mn^{3+}, Mg, Fe)_4(Ca, Mn)_3(AsO_4)_3(OH)_4$?

6. Tipul $A_2(XO_4)Z_q$

Wagnerit $Mg_2(PO_4)F$
Triplit $(Mn^{2+}, Fe^{2+})_2(PO_4)F$

Grupa triploiditului

Triploidit $(Mn^{2+}, Fe^{2+})_2(PO_4)(OH)$
Wolfeit $(Fe^{2+}, Mn^{2+})_2(PO_4)(OH)$
Sarkinit $Mn_2(AsO_4)(OH)$
Sarcopsid $(Fe, Mn, Ca)_7(PO_4)_4F_2$?

Grupa olivenitului

Olivenit $Cu_2(AsO_4)(OH)$
Libethenit $Cu_2(PO_4)(OH)$
Adamit $Zn_2(AsO_4)(OH)$

Seria frondelitului

Frondelit $Mn^{2+}Fe^{3+}_4(PO_4)_3(OH)_5$
Rockbridgeit $Fe^{2+}Fe^{3+}_4(PO_4)_3(OH)_5$
Tarbuttit $Zn_2(PO_4)(OH)$
Augelit $Al_2(PO_4)(OH)_3$
Dufrenit $Fe^{2+}Fe^{3+}_4(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 2\,H_2O$
Dewindtit $Pb_3(UO_2)_5(PO_4)_4(OH)_4 \cdot 10\,H_2O$
Fosfuranilit $Ca(UO_2)_4(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 8\,H_2O$

7. Tipul $A_5(XO_4)_3Z_q$

Grupa apatitului

Fluorapatit $Ca_5(PO_4)_3F$
Clorapatit $Ca_5(PO_4)_3Cl$
Hidroxilapatit $Ca_5(PO_4)_3(OH)$
Carbonatapatit $Ca_{10}(PO_4)_6(CO_3) \cdot H_2O$

Grupa piromorfitului

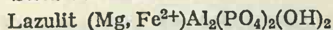
Piromorfit $Pb_5(PO_4)_3Cl$
Mimetit $Pb_5(AsO_4)_3Cl$
Vanadinit $Pb_5(VO_4)_3Cl$

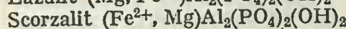
Seria svabitului

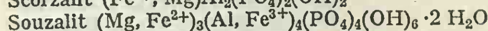
Svabit $Ca_5(AsO_4)_3(F, OH)$
Hedyfan $(Ca, Pb)_5(AsO_4)_3Cl$
Dehrnit $(Ca, Na, K)_5(PO_4)_3(OH)$
Lewistonit $(Ca, K, Na)_5(PO_4)_3(OH)$
Fermorit $(Ca, Sr)_5(PO_4, AsO_4)_3(F, OH)$
Wilkeit $Ca_5(PO_4, SO_4, SiO_4, CO_3)_3(OH)$
Ellestadit $Ca_5(SiO_4, SO_4, PO_4)_3(Cl, F, OH)$
Tavistockit $Ca_3Al_2(PO_4)_2(OH)_6$
Arsenobismit $Bi_4(AsO_4)_3(OH)_3 \cdot H_2O$

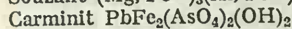
8. Tipul $(A, B)_3(XO_4)_2Z_q$

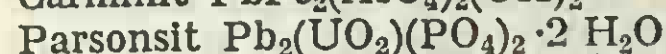
Seria lazulitului


Lazulit $(Mg, Fe^{2+})Al_2(PO_4)_2(OH)_2$


Scorzalit $(Fe^{2+}, Mg)Al_2(PO_4)_2(OH)_2$


Souzalit $(Mg, Fe^{2+})_3(Al, Fe^{3+})_4(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 2\ H_2O$


Carminit $PbFe_2(AsO_4)_2(OH)_2$

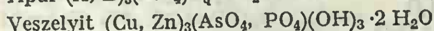

Parsonsit $Pb_2(UO_2)(PO_4)_2 \cdot 2\ H_2O$

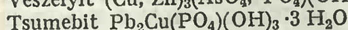
VI. FOSFAŢI, ARSENIAŢI, VANADAŢI HIDRATAŢI CU HIDRROXIL SAU HALOGENI

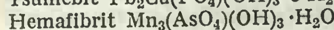
1. Tipul $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot x\ H_2O$, unde: $m : p > 3 : 1$

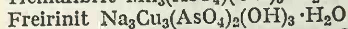

Borickit $CaFe_5(PO_4)_2(OH)_{11} \cdot 3\ H_2O$

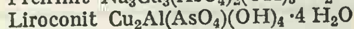
2. Tipul $(A, B)_3(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

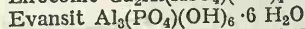

Veszelyit $(Cu, Zn)_3(AsO_4, PO_4)(OH)_3 \cdot 2\ H_2O$

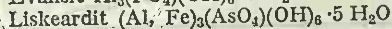

Tsumebit $Pb_2Cu(PO_4)(OH)_3 \cdot 3\ H_2O$


Hemafibrit $Mn_3(AsO_4)(OH)_3 \cdot H_2O$

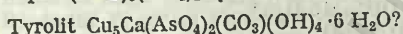

Freirinit $Na_3Cu_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot H_2O$

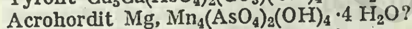

Liroconit $Cu_2Al(AsO_4)(OH)_4 \cdot 4\ H_2O$

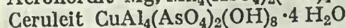

Evansit $Al_3(PO_4)(OH)_6 \cdot 6\ H_2O$

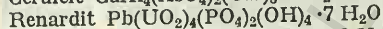

Liskeardit $(Al, Fe)_3(AsO_4)(OH)_6 \cdot 5\ H_2O$

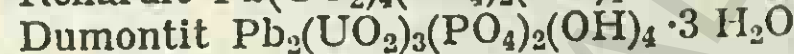
3. Tipul $(A, B)_5(XO_4)_2Z_q \cdot x\ H_2O$


Tyrolit $Cu_5Ca(AsO_4)_2(CO_3)(OH)_4 \cdot 6\ H_2O$?

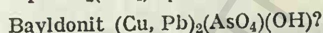

Acrohordit $Mg, Mn_4(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot 4\ H_2O$?

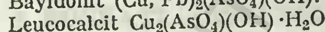

Ceruleit $CuAl_4(AsO_4)_2(OH)_8 \cdot 4\ H_2O$

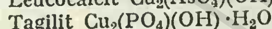

Renardit $Pb(UO_2)_4(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 7\ H_2O$


Dumontit $Pb_2(UO_2)_3(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 3\ H_2O$

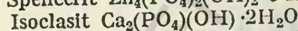
4. Tipul $A_2(XO_4)Z_q \cdot x\ H_2O$

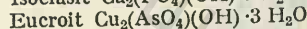

Bayldonit $(Cu, Pb)_2(AsO_4)(OH)$?


Leucocalcit $Cu_2(AsO_4)(OH) \cdot H_2O$


Tagilit $Cu_2(PO_4)(OH) \cdot H_2O$

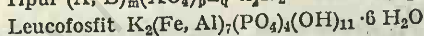

Spencerit $Zn_4(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 3\ H_2O$


Isoclasit $Ca_2(PO_4)(OH) \cdot 2H_2O$

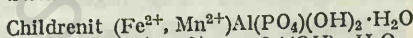

Eucroit $Cu_2(AsO_4)(OH) \cdot 3\ H_2O$

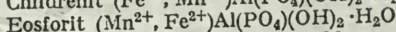

Delvauxit $Fe_2(PO_4)(OH)_3 \cdot x\ H_2O$?

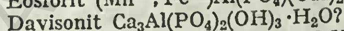
5. Tipul $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$ unde: $m : p = 2 : 1$

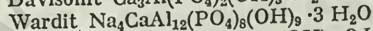

Leucofosfit $K_2(Fe, Al)_7(PO_4)_4(OH)_{11} \cdot 6\ H_2O$

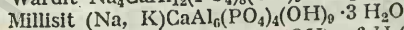
Seria childrenitului

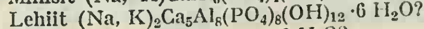

Childrenit $(Fe^{2+}, Mn^{2+})Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$

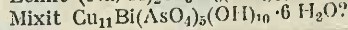

Eosforit $(Mn^{2+}, Fe^{2+})Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$


Davisonit $Ca_3Al(PO_4)_2(OH)_3 \cdot H_2O$?


Wardit $Na_4CaAl_{12}(PO_4)_8(OH)_9 \cdot 3\ H_2O$


Millisit $(Na, K)CaAl_6(PO_4)_4(OH)_9 \cdot 3\ H_2O$


Lehiit $(Na, K)_2Ca_5Al_8(PO_4)_8(OH)_{12} \cdot 6\ H_2O$?


Mixit $Cu_{11}Bi(AsO_4)_5(OH)_{10} \cdot 6\ H_2O$?

6. Tipul $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, unde: m : p = 7 : 4

Sampleit $NaCaCu_5(PO_4)_4Cl \cdot 5\ H_2O$

Grupa turcoazei

Turcoază $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4\ H_2O$
Calcosiderit $CuFe_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4\ H_2O$
Ludlamit $(Fe^{2+}, Mg, Mn)_3(PO_4)_2 \cdot 4\ H_2O$
Arseniosiderit $Ca_3Fe_4(AsO_4)_4(OH)_4 \cdot 4\ H_2O$
Eguëit $CaFe^{3+}_{14}(PO_4)_{10}(OH)_{14} \cdot 21\ H_2O$?
Mitridatit $Ca_3Fe^{3+}_4(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 2\ H_2O$
Richellit fosfat de Ca şi Fe
Englishit $K_2Ca_4Al_8(PO_4)_8(OH)_{10} \cdot 9\ H_2O$

7. Tipul $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot x\ H_2O$

Legrandit $Zn_{14}(AsO_4)_9(OH) \cdot 12\ H_2O$
Beraunit $Fe^{2+}Fe^{3+}_4(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 3\ H_2O$
Coeruleolactit $Al_3(PO_4)_2(OH)_3$
Wavellit $Al_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 5\ H_2O$
Sterrettit $Al_6(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 5\ H_2O$
Trögerit $(UO_2)_3(AsO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$

8. Tipul $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot x\ H_2O$, unde: m : p = 3 : 2

Bermanit $(Mn, Mg)_5(Mn, Fe)_8(PO_4)_8(OH)_{10} \cdot 15\ H_2O$?
Roscherit $(Ca, Mn, Fe)_2Al(PO_4)_2(OH) \cdot 2\ H_2O$
Minyulit $KAl_2(PO_4)_2(OH) \cdot 3^1/_2H_2O$
Tinticit $Fe^{3+}_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 3^1/_2\ H_2O$
Metavauxit $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8\ H_2O$
Paravauxit $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8\ H_2O$
Vauxit $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 7\ H_2O$
Gordonit $MgAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8\ H_2O$
Calcioferit $Ca_3Fe_3(PO_4)_4(OH)_3 \cdot 8\ H_2O$?
Xantoxenit $Ca_2Fe(PO_4)_2(OH) \cdot 1\ ^1/_2\ H_2O$
Montgomeryit $Ca_4Al_5(PO_4)_6(OH)_5 \cdot 11\ H_2O$
Overit $Ca_3Al_8(PO_4)_8(OH)_6 \cdot 15\ H_2O$

Grupa torbernitului

Torbernit $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8-12\ H_2O$
Autunit $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10-12\ H_2O$
Uranocircit $Ba(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$
Saléeit $Mg(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10\ H_2O$
Zeunerit $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 10-16\ H_2O$
Uranospinit $Ca(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$
Tyuyamunit $Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 5-8\ H_2O$
Carnotit $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3\ H_2O$

Grupa metatorbernitului

Metatorbernit $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$
Metaautunit $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 2-6\ H_2O$
Metazeunerit $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$
Bassetit $Fe^{2+}(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$

9. Tipul $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot x H_2O$, unde: m : p<3 : 2 Farmacosiderit $Fe_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot 5 H_2O$ Cacoxenit $Fe_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 12 H_2O$ Vashegyit $Al_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot n H_2O$? Taranakit $K_2Al_6(PO_4)_6(OH)_2 \cdot 18 H_2O$? Lindackerit $Cu_6Ni_3(AsO_4)_4(SO_4)(OH)_4 \cdot 5 H_2O$?
VII. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI CU ANIONI SUPLIMENTARI
1. Tipul $AB(XO_4)Z_q$ *Grupa beudantitului* Beudantit $PbFe_3(AsO_4)(SO_4)(OH)_6$ Corkit $PbFe_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$ Hinsdalit $(Pb, Sr)Al_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$ Svanbergit $SrAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$ Woodhouseit $CaAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$
2. Tipul amestec Calcofilit $Cu_{18}Al_2(AsO_4)_3(SO_4)_3(OH)_{27} \cdot 33 H_2O$ Ardealit $Ca_2H(PO_4)(SO_4) \cdot 4 H_2O$ Kribergit $Al_4(PO_4)_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 8 H_2O$ Diadochit $Fe_2(PO_4)(SO_4)(OH) \cdot 5 H_2O$ Sarmientit $Fe_2(AsO_4)(SO_4)(OH) \cdot 5 H_2O$ Pitticit $Fe_2O_3 \cdot As_2O_3 \cdot SO_3 \cdot H_2O$ Kolbeckit $Sc(PO_4) \cdot 2H_2O$

I. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI ANHIDRI ACIZI

1. TIPUL AMESTEC

SCHULTENIT $PbH(AsO_4)$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,8649 : 1 : 0,7180; β=95°24′.

Habitus: tabular (010); în secțiuni cu conture romboedrice se aseamănă morfologic cu gipsul, striuri p(010) după [001] și (001) după [100]. Forme drincipale: c(001), b(010), n(140), l(130), k(120), m(110), h(210), e(011), p(111), q($\bar{1}$11), u(121), s($\bar{2}$11), v(232), w(323), r($\bar{1}$22), t($\bar{2}$21). *Clivaj*: (010) bun. *H*=$=2\,^1/_2$. *G*=5,943. *Luciu*: sticlos, strălucitor, adamantin. *Culoare*: incolor. *Urmă*: albă.

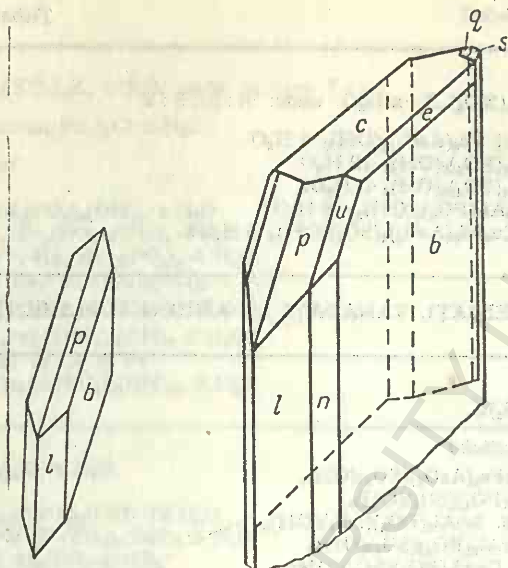


Fig. 128. Cristale de schultenit: c(001); b(010); n(140); l(130); u(121); e(011); q($\bar{1}$11); s($\bar{2}$11); p(111).

Proprietăți optice: Orientarea: $\alpha = b$, $\beta \wedge c = -24°$, $\gamma \wedge c = +66°$; indicii de refracție: $\alpha_{Na} = 1{,}8903$, $\beta_{Na} = 1{,}9097$, $\gamma_{Na} = 1{,}9765$; biax pozitiv, $2V_\gamma = 58°14'$, $2E = 136°38'$.

Ocurență. Se găsește la Tsumeb (Namibia), asociat anglezitului; pseudomorfozează fie azuritul fie mimetitul.

II. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI ANHIDRI NORMALI

1. TIPUL AB(XO_4)

A. Grupa trifilitului

Se recunosc două serii, a trifilitului și a hühnerkobelitului, unde se individualizează substituirea continuă a Fe^{2+} cu Mn^{2+}. Sînt minerale izostructurale, fapt dovedit prin studii cu raze X; se pare că structura acestor serii se apropie de structura mineralelor silicatate de tipul olivinei. Natrofilitul se deosebește considerabil prin structura sa cristalină de mineralele aparținînd celor două serii. Prezența Fe^{2+} și Mn^{2+} facilitează fenomenele de transformare; se remarcă tendința de oxidare, atît la Fe^{2+} cît și la Mn^{2+}. Sînt în general minerale caracteristice temperaturilor ridicate.

TRIFILIT $LiFe(PO_4)$

LITIOFILIT $LiMn(PO_4)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,454 : 1 : 0,583.
Dimensiunea celulei elementare: pentru Fe : Mn ~ 1,3 : 1, a_0=6,038, b_0=4,710, c_0=10,370 Å, iar Fe : Mn ~ 3 : 1, a_0=6,010, b_0=4,680, c_0=10,360 Å; conține $Li_4(Fe^{2+}, Mn^{2+})(PO_4)$. Z=4.

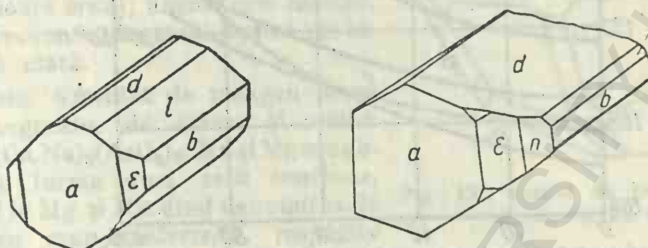


Fig. 129. Cristale de trifilit: d(011); b(010); l(021); ε(120); a(100); n(130).

Habitus: rar sub formă de cristale, cruste cristaline la suprafață, uneorforme prismatice [100]. Mase compacte, masive. Forme principale: b(010), a(100), n(130), ε(120), d(011), l(021), v(203), e(101), w(201). *Clivaj*: (100) aproape perfect, (110) imperfect, (011) întrerupt. *Spărtură*: neregulată, semii concoidală. *H*=4–5. *G*=3,34 (termenul cu Mn), 3,58 (termenul cu Fe), 3,50 pentru Fe : Mn=1 : 1. *Luciu*: sticlos, semirășinos. *Culoare*: cenușiu cu reflexe albastre, cenușiu-verzui, brun, brun-gălbui, galben-închis, în special pentru termenul litiofilit. Termenii alterați arată la suprafață o culoare brună, cenușiu-închisă, neagră.

Proprietăți optice. Culoarea în secțiune subțire variază de la incolor la galben-pal, roz etc. Orientarea, valoarea 2V și indicii de refracție variază în funcție de raportul stabilit între Mn și Fe (tab. 183).

Tabelul 183

Variația proprietăților optice

Mn : Fe		0 : 1	3 : 2	2 : 3	3 : 7	>1 : 4	Pleocroism
(Na)	α	1,669	1,680	1,689	1,694	—	roz-închis
„	β	1,673	1,681	1,689	1,695	—	galben-verzui
„	γ	1,682	1,688	1,695	1,700	>1,710	roz-deschis
„	2V	~65°	~48°	0°	~55°	0°+	
„	semn	+	+	+	+	—	
„	α	c	c	—	a	c	
„	β	a	a	—	c	b	
„	γ	b	b	b	b	a	

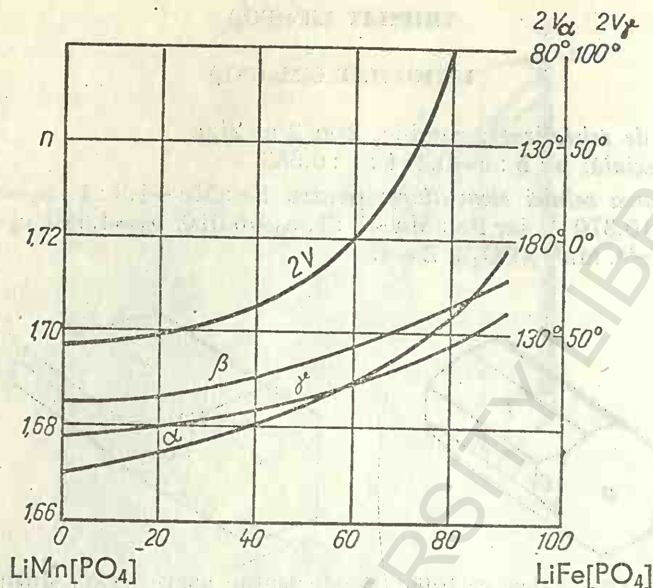


Fig. 130. Variaţia proprietăţilor optice în funcţie de compoziţie.

Chimism. Sînt fosfaţi de litiu, fier şi mangan bivalent: $Li(Fe^{2+}, Mn^{2+})(PO_4)$. Fe^{2+} şi Mn^{2+} se substituie în cantităţi nelimitate conducînd la o serie continuă cu termeni bine individualizaţi. Numele de trifilit şi litiofilit se aplică termenilor extremi ai seriei respective Fe>Mn şi Mn>Fe. Mg poate substitui grupul (Mn^{2+}, Fe^{2+}), raportul cel mai frecvent fiind Mg : (Fe, Mn)=1 : 2,8. Calciul de asemenea poate înlocui poziţiile (Mn^{2+}, Fe^{2+}), raportul stabilit fiind de regulă Ca : (Fe, Mn)=1 : 3,1. Na poate apărea de asemenea în constituţia chimică a termenilor din această serie, poziţiile specifice fiind cele ocupate de Li. Prezenţa Fe_2O_3 este rezultatul oxidării Fe^{2+}.

Ocurenţă. Se întîlnesc în pegmatite, asociate beriliului, turmalinei, lepidolitului, ambligonitului, spodumenului etc. Trifilitul şi litiofilitul apar în Bavaria la Hühnerkobel în R. F. Germania; la Kietyö şi la Sukula în Finlanda; în Suedia lîngă Boliden; în Franţa; în S.U.A. în pegmatitele din New Hampshire.

2. TIPUL $A_3B_2(XO_4)_3$

BERZELIIT $(Mg, Mn)_2(Ca_2Na)_3(AsO_4)_3$

Sistemul de cristalizare: cubic, 4/m $\bar{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=12,35 Å; conţine $(Mg, Mn)_{16}(Ca, Na)_{24}(AsO_4)_{24}$. Berzeliitul este izotip cu granatul. Z=8.

Habitus: rar sub formă de cristale trapezoedrice, frecvent sub formă de mase granulare masive. Forme principale: a(001), d(011), e(012), n(112).

Clivaj: absent. *Spărtură*: semiconcoidală sau neregulată. $H=4^1/_2-5$. $G=4{,}08$ (termenul cu Mg) și 4,46 (termenul cu Mn). *Luciu*: sticlos. *Culoare*: galben, galben-închis, galben-oranj, roșu-gălbui; variațiile de culoare spre roz și roșu sînt în funcție de creșterea conținutului în Mn. *Punct de fuziune*: 1 180° (pentru 2,3% MnO) și 1 090° (pentru 19,4% MnO).

Proprietăți optice. În secțiuni subțiri arată o culoare oranj; uneori este incolor. Izotrop, frecvente anomalii optice cu birefringență clară.

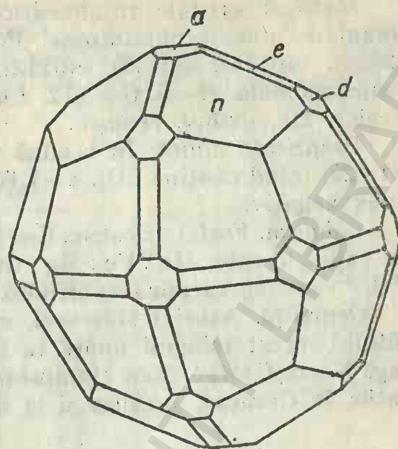


Fig. 131. Cristal de berzeliit: a(001); d(011); e(012); n(112).

Chimism. Arseniat de mangan bivalent și magneziu, de calciu și sodiu: $(Mg, Mn)_2(Ca,Na)_3(AsO_4)_3$. Mn și Mg se substituie sub forma unei serii continue, conținutul în Mg și Mn dînd denumirea de *berzeliit* sau *manganoberzeliit*, respectiv dacă Mg>Mn sau Mn>Mg. Calciul este component esențial, substituit prin Na, raportul fiind $Na : Ca \sim 2 : 5$. Sb poate substitui As, raportul stabilit fiind $Sb : As \approx 1 : 10{,}5$.

Ocurență. Este întîlnit la Långban (Suedia), în calcare și skarne, asociat hausmanitului, manganofilitului și altor minerale caracteristice acestor formațiuni.

3. TIPUL $A_3(XO_4)_2$

WHITLOCKIT $Ca_3(PO_4)_2$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: $a : c = 1 : 3{,}576$; $\alpha=44°40'$; $\lambda=114°33^1/_2'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10{,}34$; $c_0=36{,}90$ Å; conține $Ca_{21}(PO_4)_{14}$ în celula romboedrică. Z=24.

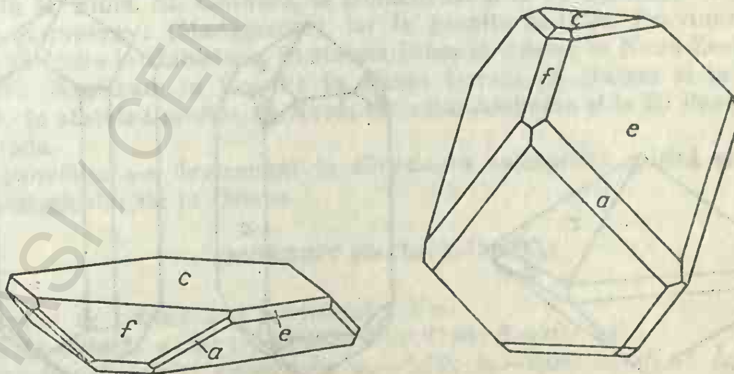


Fig. 132. Cristale de whitlockit: a(11$\bar{2}$0); c(0001); e(01$\bar{1}$2); f(10$\bar{1}$4).

Habitus: cristale romboedrice, rar tabulare (0001), cruste cristaline, granulare, uneori pămîntoase. Forme principale: c(0001), a(11$\bar{2}$0), f(10$\bar{1}$4), j(20$\bar{2}$3), h(01$\bar{1}$8), g(01$\bar{1}$3), e(01$\bar{1}$2). *Clivaj*: absent. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală. $H=5$. $G=3,12$. *Luciu*: sticlos, tinde spre semirăşinos. *Culoare*: incolor, alb, gălbui, cenuşiu.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă incolor; indicii de refracţie: $\varepsilon=1,629$, (cînd conţine CO_2, $\varepsilon=1,607$), $\omega=1,626$ (cînd conţine CO_2, $\omega=1,604$); uniax negativ.

Chimism. Fosfat tricalcic: $Ca_3(PO_4)_2$; conţine Mn^{2+}, Fe^{2+} şi Mg, substituind Ca; raportul este: Mn : Fe : Mg : Ca=1 : 3,2 : 4,4 : 7,8. $(CO_3)^{2-}$ poate substitui $(PO_4)^{3-}$ analog carbonatapatitului.

Ocurenţă. Asociat siderozei, cuarţului, apatitului, fairfielditului şi trifilitului, acest mineral apare în formaţiuni pegmatitice, în Mina Palermo, lîngă North Groton, New Hampshire — S.U.A., în depozite fosfatice în insulele Antile la Curaçao, precum şi la Sebdou (Oran, Algeria).

4. TIPUL $A(XO_4)$

XENOTIM $Y(PO_4)$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : c=1 : 0,618.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,89$; $c_0=6,04$ Å; conţine $Y_4(PO_4)_4$.

Habitus: prismatic [001]; se aseamănă cu al cristalelor de casiterit şi de zircon; uneori sînt remarcate terminaţiile piramidale. Mai rar în agregate radiare, cruste cristaline, mase compacte, în rozete. Forme principale: c(001), m(010), a(110), z(011), x(031), e(112), f(111), r(121). *Macle*: (111) rare. *Concreşteri*: paralele cu zirconul. *Clivaj*: (100) bun. *Spărtură*: neregulată. $H=4-5$. $G=4,5-5,1$. *Luciu*: sticlos, cu tendinţă spre răşinos. *Culoare*: galben-brun, brun-roşcat, brun-deschis, roşu-deschis, alb-cenuşiu, gălbui, galben-pal, verde.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă incolor sau galben-pal, galben-verzui sau galben-brun; pleocroic: ε=galben-roz, galben-brun şi ω=galben-brun, brun-cenuşiu sau verzui; indicii de refracţie: $\varepsilon=1,721$, $\omega=1,826$; uniax pozitiv.

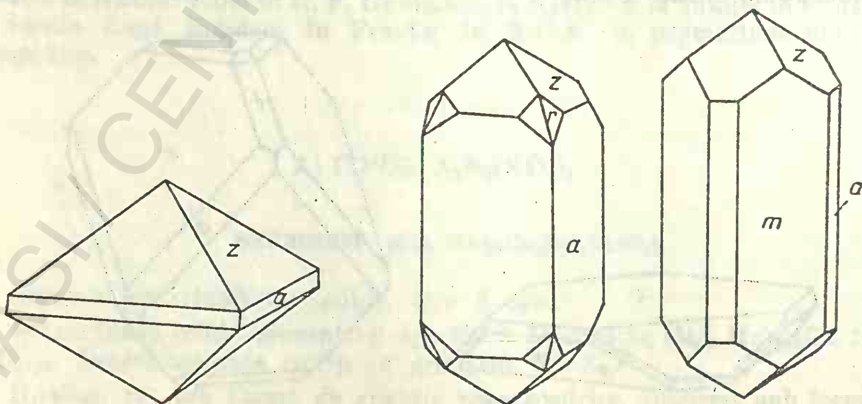


Fig. 133. Cristale de xenotim: a(110); z(011); r(121); m(010).

Chimism. Fosfat de ytriu: $Y(PO_4)$. Y poate fi substituit prin Er sau în cantități mici prin TR, Ce, La, Sc, fiind prezenți și Th, U, Zr și Ca, toți substituind pozițiile Y. Pentru menținerea electronegativității apare $(SO_4)^{2-}$ substituind pozițiile anionice ale $(PO_4)^{3-}$, proporția SO_3 fiind de 1%; de asemenea este prezent și anionul $(SiO_4)^{4-}$, care apare și ca urmare a concreșterii cu zircon.

Tabelul 184

Analize chimice

	1	2	3	4	5
$(Y, Er)_2O_3$	61,40	67,78	56,81	51,82	63,25
La_2O_3	—	—	0,93	2,14	—
Al_2O_3	—	—	0,77	4,80	—
Fe_2O_3	—	—	0,65	—	—
ThO_2	—	—	urme	2,47	—
UO_2	—	—	4,13	3,17	—
ZrO_2	—	—	1,95	1,90	—
SiO_2	—	—	3,46	4,32	—
P_2O_5	38,60	32,11	30,31	25,38	35,99
Rez.	—	0,18	0,84	3,65	0,63
Total	100,00	100,07	99,85	99,65	99,87

1 — $Y(PO_4)$. 2 — El Paso County (Colorado). 3 — Brindletown (Carolina de Nord); $CaO=0,21$, $F=0,06$, $H_2O=0,57$. 4 — Iisaka (Japonia); $FeO=1,10$, $MnO=1,72$, $MgO=0,02$, $CaO=0,61$, $H_2O=0,20$, La_2O_3 include Ce_2O_3. 5 — Dattas (Brazilia); $SO_3=0,11$, insol.$=0,52$.

Ocurență. Se întîlnește în granite și pegmatite sub formă de cristale diseminate, uneori asociat cu zirconul, formînd frecvent concreșteri orientate, cu apatitul, ortitul, monazitul etc. Este un mineral relativ stabil din punct de vedere chimic și apare în aluviuni, în cazurile în care roca în care se găsește se alterează. Uneori se găsește în roci metamorfice (gnaise) și în filonașele distribuite în formațiunile pegmatitice. Frecvent este întîlnit în pegmatitele granitice din Norvegia, asociat cu gadolinit, euxenit, allanit, zircon, ytrotantalit, thorit, la Hitterö, la Garta și la Kragerö; în Suedia la Ytterby; în Elveția în M. Fibia, St. Gothard, la Binnenthal și la Tavetschtal. În aluviuni apare la Kiravoravo (Madagascar), iar în granite la Cape Province (Africa de Sud); în India la Manbhum, în statele Bihar și Orissa; în Noua Zeelandă pe rîul North Westland; în Brazilia în Minas Geraes, la Dattas și la Pomba; în S.U.A. în statele Carolina de Nord, Georgia, Alabama și la El Paso County în Colorado.

În România s-a determinat în filoane cu calcopirită, pirită și blendă, în masivul alcalin de la Ditrău.

MONAZIT (Ce, La, Y, Th)(PO_4)

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,9693 : 1 : 0,9156; β=103°54′.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,79$; $b_0=7,04$; $c_0=6,47$ Å; conține $(Ce, La, Y, Th)_4(PO_4)_4$. Z=4.

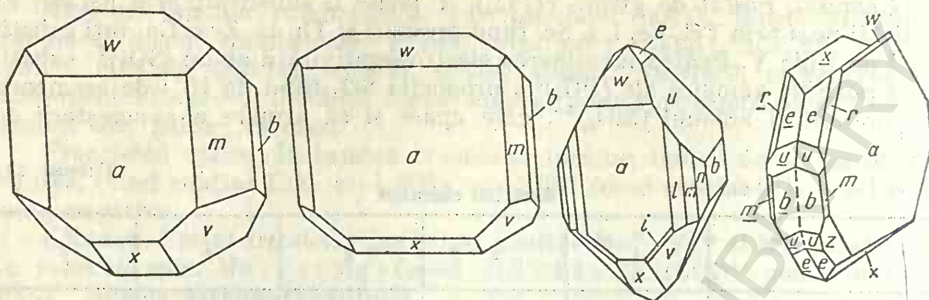


Fig. 134. Cristale de monazit: w(101); m(110); v(̄111); b(010); x(̄101); a(100); e(011); l(210); n(120); u(021); z(311); r(111); i(̄211).

Habitus: de regulă tabular (100) sau alungit după (010); prismatic cu dezvoltarea (̄111), (100), izometric și piramidal. Deseori prezintă striațiuni, în general în natură sînt întîlnite cristale mici. Forme principale: c(001), b(010), a(100), n(120), m(110), l(210), y(310), g(012), e(011), u(021), w(101), x(̄101), r(111), d(112), v(̄111), s(121), o(̄121), i(̄211), z(311). *Macle*: plan de maclă (100), comune, uneori cruciforme; plan de maclă (001), lamelare, rare, întîmplător (201) și (̄902). *Clivaj*: (100) distinct, (010) neclar; se observă urme de clivaj după (110), (101) și (011), întrerupt (001), foarte rar un clivaj slab (̄111). *Spărtură*: concoidală sau neregulată. $H=5-5\,^1/_2$. $G=4{,}6-5{,}4$; crește odată cu creșterea conținutului în Th. *Luciu*: variabil, rășinos, gras, sticlos, adamantin. *Culoare*: galben, brun-roșcat, brun, verde-gălbui, aproape alb. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. Orientarea: $\alpha=b$, $\gamma \wedge c=2° \sim 6°$; biax pozitiv; pleocroism slab.

Tabelul 185

Proprietăți optice

n(Na)	Dattas (Brazilia)	Madagascar	Bolivia
α	1,7902	1,8004	1,785
β	1,7912	1,8008	1,787
γ	1,8441	1,8494	1,840
$2V_\gamma$	15°33′	11°00′	—

Chimism. Conținutul în oxizii TR, îndeosebi Ce și La, atinge 50–68%; conține Y_2O_3, aproape 5%, sub formă de amestec izomorf. Mai conține sub formă de amestec izomorf ThO_2 și UO_2, rareori ZrO_2, asociat cu SiO_2, precum și CaO, asociat cu SO_3. Este esențial un fosfat de ceriu: (Ce, La)(PO_4). Din punct de vedere cristalochimic reprezintă un exemplu deosebit de interesant de izomorfism heterovalent. Formula chimică are un aspect de felul următor: (Ce, La, Th, U, Ca)(PO_4, SO_4, SiO_4). În cantități foarte reduse conține și MgO, MnO, PbO, Fe_2O_3, Al_2O_3 și H_2O. Ca rezultat al proceselor de dezintegrare este deseori prezent și He.

Ocurență. Apare de obicei în pegmatite, uneori în granite sau roci metamorfice (gnaise), în parageneză cu feldspații, zirconul, în unele cazuri cu magnetitul, ilmenitul etc. Se mai întîlnește în filonașe hidrotermale, în aso-

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8
CaO	—	0,16	0,41	0,35	—	0,52	0,20	0,34
MgO	—	—	—	0,02	—	0,27	—	0,22
Ce_2O_3	34,99	30,38	27,37	22,63	31,85	21,08	31,90	31,41
$(La, Nd)_2O_3$	34,74	29,60	30,13	34,63	27,90	31,27	28,46	33,19
Y_2O_3	—	1,33	2,14	4,66	2,93	3,53	—	5,08
Fe_2O_3	—	1,50	0,81	0,08	0,42	0,66	1,50	—
Al_2O_3	—	0,10	0,17	0,10	0,21	0,80	0,17	—
ThO_2	—	6,19	10,29	7,32	9,15	11,08	10,22	nd
SiO_2	—	0,85	1,03	1,54	—	2,98	0,90	0,27
P_2O_5	30,27	29,70	27,67	27,89	27,45	27,52	26,82	29,29
H_2O	—	—	—	0,40	—	0,56	0,46	—
rest rocă	—	0,33	0,20	—	0,74	—	—	—
Rez.	—	—	—	0,65	—	0,42	—	—
Total	100,00	100,14	100,22	100,27	100,65	100,69	100,63	99,80

1 — $(Ce, La)(PO_4)$; Ce : La=1 : 1. 2 — Nsan Oban (Nigeria). 3 — Ratnapura (India). 4 — Dickens Township, Nipissing (Ontario); PbO=0,33, U_3O_8=0,32, C-urme. 5 — Miandrarivo (Madagascar). 6 — Ishikawa (Japonia); UO_3=0,42. 7 — Monazit; Travancore. 8 — Llallagua (Bolivia).

ciație cu magnetit și cu sulfuri polimetalice, îndeosebi pirită. Este mineral relativ stabil din punct de vedere chimic, care trece în depozite aluvionare.

În România apare în legătură cu roci alcaline, la Ditrău, și în aluviuni actuale (Ditrău, Cristian, Pianu de Sus).

Se găsește în pegmatite în Norvegia (la Arendal, Dillingö, Raade, Tvedestrand, Risör, Hvalö și Nöterö, în fiordul Kristiana, la Hitterö); în Suedia la Lilla Holma (lîngă Stromstad) și la Kärarfvet (lîngă Falun); în Finlanda la Sordavala, la Impilaks; în U.R.S.S. în depozitele lacului Ladoga, la nord de Miask, în M. Ilmen, pe rîul Sanarka (Ural); în Franța în Isère; în Madagascar; în Africa de Sud; în Tasmania; în Australia de Vest; în India; în Sri Lanka; în Brazilia, în statele Minas Geraes, Espirito Santo, Rio de Janeiro și Bahia; în Bolivia la Llallagua; în S.U.A. la Burke, Polk, Lincoln, Mc. Dowell, Cleveland, Rutherford (în Carolina de Nord) și în statele Florida, Virginia, Pennsylvania, Idaho, New Mexico, California; în Canada la Otawa, Quebec.

III. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI HIDRATAȚI ACIZI

1. TIPUL $(A,B)_m H_n[XO_4]_p \cdot xH_2O$, unde $m+n: p>2:1$

HANNAYIT $Mg_3(NH_4)_2H_4(PO_4)_4 \cdot 8H_2O$

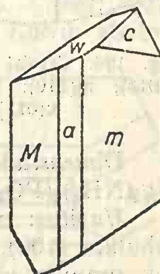


Fig. 135. Cristal de hannayit: c(001); M(1$\bar{1}$0); m(110); a(100); w(1$\bar{3}$3).

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: a : b : c=0,6990 : 1 : 0,9743; α=122°31′; β=126°46′; γ=54°09′.

Habitus: cristale alungite [001] cu striuri paralele. Forme principale: c(001), a(100), l(130), m(110), M(1$\bar{1}$0), w(1$\bar{3}$3). *Clivaj*: (001) bun, (110), (1$\bar{1}$0) şi (130) slab. *H*=scăzută. *G*=1,893. *Culoare*: gălbuie.

Proprietăţi optice. $\alpha \perp (001)$, $\beta \wedge c \approx 33°$; indicii de refracţie: α=1,555, β=1,572, γ=1,575; biax negativ, $2V_\alpha = 42°$.

Ocurenţă. Apare asociat struvitului, brushitului, bobieritului şi schertelitului, în guano, la Skipton Caves, Ballarat, Victoria (Australia).

2. TIPUL $AH(XO_4) \cdot xH_2O$

FARMACOLIT $CaH(AsO_4) \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relaţia axială: a : b : c=0,623 : 1 : 0,355; β=96°47′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=10,97, b_0=15,40, c_0=6,29 Å; conţine $Ca_4H_4(AsO_4)_4 \cdot 8\ H_2O$. Z=8.

Habitus: cristale aciculare fibroase, butoiaşe şi mase stalactitice. Rar cristale tabulare (010). Forme principale: b(010), m(110), x(011), s($\bar{1}$12), M($\bar{1}$32), a(100), d($\bar{2}$32). *Clivaj*: (010) perfect, lamele flexibile. *Spărtură*: neregulată. *H*=2. *G*=2,53–2,73. *Luciu*: sticlos, sidefos (010). *Culoare*: alb sau cenuşiu.

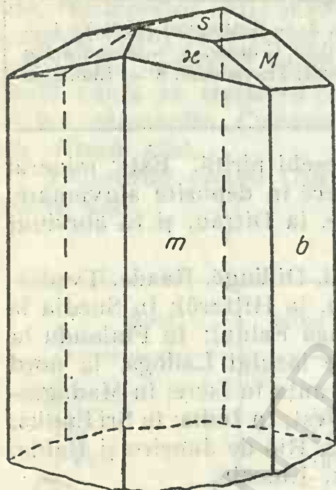


Fig. 136. Cristal de farmacolit: b(010); m(110); M($\bar{1}$32); s($\bar{1}$12); x(011).

Proprietăţi optice. $\alpha \wedge c = -29°$, γ=b; indicii de refracţie: α_{Na}=1,583, β_{Na}=1,589, γ_{Na}=1,594; biax negativ, $2V_{\alpha(Na)} = 79°24'$.

Ocurenţă. Apare ca mineral de transformare în depozitele cu minerale de arseniu. Întîlnit la Wittichen (în M. Pădurea Neagră), la Andreasberg (în M. Harz), la Ioachimov (Boemia), la Sainte-Marie-aux Mines (Alsacia). În S.U.A. se găseşte la Withe Caps, Manhattan, Nevada, apoi la San Gabriel, Los Angeles County, California.

IV. FOSFAŢI, ARSENIAŢI, VANADAŢI HIDRATAŢI NORMALI

1. TIPUL $AB(XO_4) \cdot xH_2O$

STRUVIT $Mg(NH_4)(PO_4) \cdot 6H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2.

Relaţia axială: a : b : c=0,630 : 1 : 0,553.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=6,98; b_0=6,10; c_0=11,20 Å, conţine $Mg_2(NH_4)_2(PO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$. Z=2.

Habitus: variabil, prisme scurte [001], [010] sau [100], uneori cristale tabulare (100), cristale cu feţe dezvoltate (101), (10$\bar{1}$), cristale piramidale, sau granule neregulate. Forme principale: c(001), a(100), m(110), w(013), s(011), h(101), k(201), t(111), q(102). *Macle*: (001) plan de maclă. *Clivaj*: (001) bun, (100) slab. *Spărtură*: neregulată, semiconcoidală. *H*=$1^1/_2$–2. *G*=1,711. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor, galben, brun, datorită impurităţilor. *Piro-* şi *piezoelectric*.

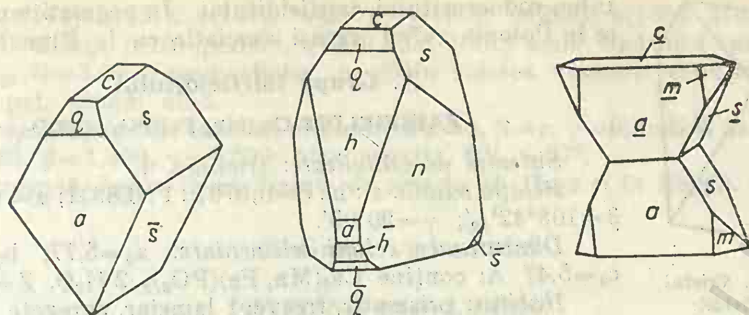


Fig. 137. Cristale de struvit: c(001); a(100); m(110); s(011); q(102); n(130); h(101).

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: α=b, β=c, γ=a; indicii de refracție: α=1,495, β=1,496, γ=1,504; biax pozitiv, $2V_\gamma$ =37°22′.

Ocurență. Apare în urma reacției dintre magneziu și amoniu în soluțiile fosfatate; în depozite de guano, prin descompunerea materiei organice, sub sau fără acțiunea bacteriilor. Este întîlnit la Hamburg (R. F. Germania), la Liim Fjord (Danemarca), iar în sedimente organice, în guano la Saldanha Bay, Ballarat, Victoria (Australia) și în insula Reunion.

2. TIPUL $AB_2(XO_4)_2 \cdot xH_2O$

DICKINSONIT $H_2\,Na_6(Mn, Fe, Ca)_{14}(PO_4)_{12} \cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,6784 : 1 : 2,4814; β=105°41′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=16,51; b_0=10,05, c_0=24,78 Å; conține $Na_{24}(Mn, Fe)_{56}H_8(PO_4)_{48} \cdot 4\,H_2O$. Z=12.

Habitus: tabular (001), aspect pseudoromboedric, agregate foioase, aspect micaceu, lamelar, radiar. Forme principale: c(001), b(010), m(110), d(102), g(302), j(401), p(111), P($\bar{1}$11), E($\bar{3}$04), F($\bar{1}$01), D($\bar{1}$02), H($\bar{2}$01). *Clivaj*: (001) perfect, micaceu. *Spărtură*: neregulată. $H=3^1/_2-4$. G=3,41. *Luciu*: sticlos, sidefos pe (001). *Culoare*: oliv, verde-oliv, verde gras, uneori galben-verzui, brun, verde. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. Ușor colorat în verde; pleocroic: α=verde-oliv, β=verde-oliv-pal, γ=verde-gălbui-pal; α=b, $\beta \wedge c \approx 15°$.

Chimism. Fosfat hidratat acid de sodiu și mangan bivalent, cu formulă complexă: $Na_6(Mn, Fe, Ca, Mg)_{14}H_2(PO_4)_{12} \cdot H_2O$. Fe, bivalent, Ca și Mg substituie Mn^2, raportul fiind Ca : Mg : Fe : Mn=1 : 1,17 : 4,86 : 12,7, după cum sodiul poate fi înlocuit prin K sau Li.

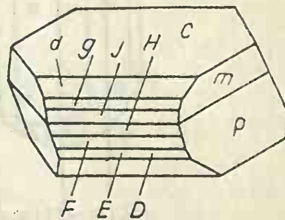


Fig. 138. Cristal de dickinsonit: d(102); g(302); j(401) c(001); P($\bar{1}$11); H($\bar{2}$01); F($\bar{1}$01); E($\bar{3}$04); D($\bar{1}$02).

Ocurență. Se găsește în pegmatite la Branchville (Connecticut, S.U.A.), asociat triploiditului, litiofili-

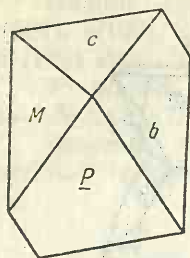


Fig. 139. Cristal de fairfieldit: c(001); b(010); M(1$\bar{1}$0); P(1$\bar{1}$1).

tului, rodocrozitului, fairfielditului. În pegmatite mai apare în Polonia avînd aceeași asociație ca la Branchville.

A. Grupa fairfielditului

FAIRFIELDIT $Ca_2(Mn, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: a : b : c=0,8791 : 1 : 0,8331; α=102°05′; β=108°42$^1/_2$′; γ=90°05′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,77; b_0=6,56; c_0=5,47 Å; conține $Ca_2(Mn, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$. Z=1.

Habitus: prismatic, frecvent lamelar, agregate foioase, fibroase, mase radiare. Forme principale: c(001), b(010), a(100), M(1$\bar{1}$0), P(1$\bar{1}$1). *Clivaj*: (001) perfect, (010) bun, (1$\bar{1}$0) slab. *Spărtură*: neregulată. *H*=3$^1/_2$. *G*=3,08. *Luciu*: sidefos (001), semiadamantin. *Culoare*: alb-verzui, galben-albicios, galben-închis. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. Incolor; indicii de refracție: α=1,640; β=1,650; γ=1,660; $2V_\gamma$=86°.

Ocurență. A fost determinat la Branchville (Connecticut) în pegmatite, asociat eosforitului, triploiditului, dickinsonitului, reddingitului, fillowitului, litiofilitului; de asemenea în pegmatite în Bavaria.

B. Seria reddingitului

HOPEIT $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,5761 : 1 : 0,2741.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=18,36; b_0=5,04; c_0=10,64 Å; conține $Zn_{12}(PO_4)_8 \cdot 16\ H_2O$. Z=4.

Habitus: tabular (010), prismatic [001], agregate fine sau cruste cristaline. Forme principale: c(001), b(010), a(100), s(230), m(110), u(011), e(031), f(101),

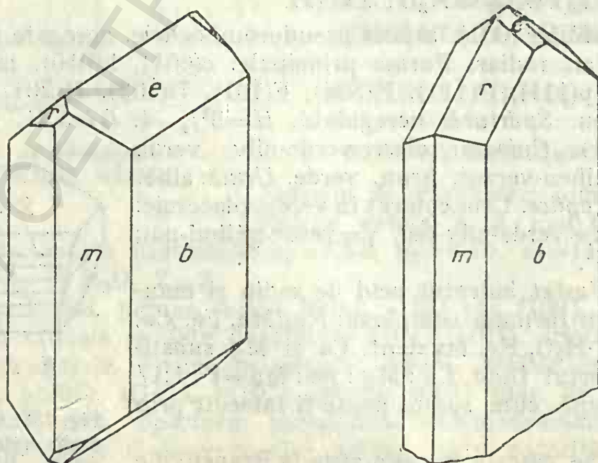


Fig. 140. Cristale de hopeit: r(131); m(110); b(010); e(031).

g(201), t(111), r(131), α(141), v(211), y(190), x(290), n(130). *Macle*: nu se observă. *Clivaj*: (010) perfect, (100) bun, (001) slab. *Spărtură*: neregulată. $H=3^1/_2$. $G=3{,}05$. *Luciu*: sticlos, pe (010) sidefos. *Culoare*: cenuşiu-albicios, galben-pal. *Urmă*: albă.

Proprietăţi optice. Incolor; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=c$, $\gamma=b$; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}589$, $\beta=1{,}598$, $\gamma=1{,}599$; biax negativ, $2V_\alpha=37°$.

Ocurenţă. Apare în zăcăminte de zinc în M. Harz şi în Belgia.

C. Grupa vivianitului

VIVIANIT $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,750 : 1 : 0,351; $\beta=104°30'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10{,}08$; $b_0=13{,}43$; $c_0=4{,}70$ Å; conţine $Fe_6(PO_4)_4 \cdot 16\ H_2O$. Z=2.

Habitus: frecvent prismatic [001], tabular (010), mai rar (100), uneori tabular şi după (010). Grupări stelare, globule, mase tabulare, mase concreţionare, structuri fibroase, mase pămîntoase, pulverulente. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), y(310), e(021), o($\bar{2}$03), w($\bar{2}$01), z(111), x(221), v($\bar{2}$21), h(250), g(011), f(043). k(101), n(201), r($\bar{1}$11). Mase reniforme. *Macle*: (010), uneori (304). *Clivaj*: (010) perfect, în urme ($\bar{1}$06) şi (100). Lamele (010) flexibile. *Spărtură*: fibroasă, aproape perpendiculară pe [001]. $H=1^1/_2-2$. $G=2{,}68$. *Luciu*: sticlos pe (010), mat la masele pămîntoase. *Culoare*: incolor în suprafeţe proaspete, albăstrui-pal, verde-albăstrui; datorită deseori proceselor de oxidare apar varietăţi verde-albăstrui-închis, albastru-indigo sau negru-albăstrui. *Urmă*: în pulbere incoloră, albăstruie, albă, albastru-închis sau brună.

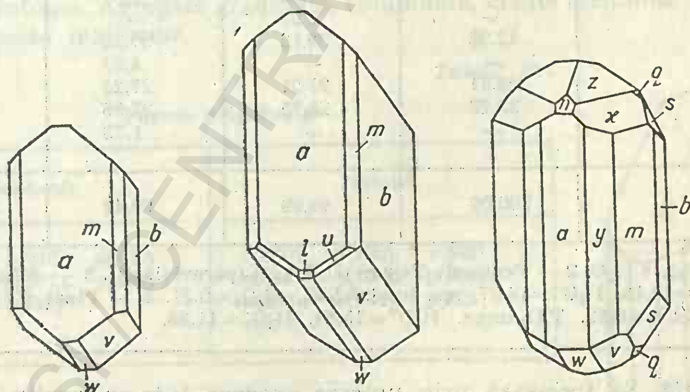


Fig. 141. Cristale de vivianit: a(100); m(110); w($\bar{2}$01); z(111); x(221); b(010); v($\bar{2}$21); l($\bar{8}$01); n(201); y(310).

Proprietăţi optice. Orientarea: $\alpha=b$, $\gamma \wedge c=28°$; biax pozitiv.

Pe măsură ce procesul de alterare avansează indicii de refracţie cresc, birefringenţa descreşte şi pleocroismul devine mai puternic.

Tabelul 186

Proprietăți optice

		Rodna Veche	Leadville (Colorado)
α		1,5816	1,616
β		1,6042	1,656
γ		1,6365	1,675
2_γ		80°56′	63 ½°
Pleocroism	α	albastru-închis	indigo
	β	verde-albăstrui-pal	verde-gălbui
	γ	galben-pal, verde	galben-oliv

Chimism. Fosfat de fier hidratat: $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8\,H_2O$. Conține puțin Mn^{2+}, Mg și Ca, care substituie Fe^{2+}, raportul fiind: Ca : Mn : Mg : Fe^{2+}=1 : 4,1 : 5,6 : : 5,4. Vivianitul conține și Fe^{3+} de regulă provenit în urma procesului de oxidare suferit de mineral. În funcție de aceste transformări variază și proprietățile optice. Prin oxidare apa este convertită în OH^- și H^+.

Tabelul 187

Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	—	0,48	0,85	0,02
MgO	—	1,92	0,57	—
MnO	—	2,01	—	0,25
FeO	42,96	39,12	37,20	32,64
Fe_2O_3	—	—	4,27	9,43
P_2O_5	28,31	27,01	27,25	29,99
H_2O	28,73	28,75	27,55	27,70
Rez.	—	—	1,73	0,12
Total	100,00	99,29	99,42	100,15

1 — $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8\,H_2O$. 2 — Peninsula Taman (U.R.S.S.) (paravivianit). 3 — Adamov (Moravia); H_2O^+=13,18, H_2O^-=14,37, rez. insol.=1,42, Al_2O_3=0,31. 4 — Plant City (Florida); verde-pal, SiO_2=0,12, TiO_2-urme, H_2O^+=15,84, H_2O^-=11,86.

Ocurență. Se formează prin procese exogene într-un mediu reducător, fosforul provenind deseori din resturile organice. De obicei este răspîndit în zăcăminte sedimentare de minereuri de fier, bogate în fosfor și în turbării, dezvoltîndu-se în aceste cazuri ca varietate pămîntoasă, însoțind sideroza și alte minerale feroase.

În România apare în mineralizații pirometasomatice legate de magmatismul banatitic (Dognecea, Ocna de Fier), în mineralizații hidrotermale legate

de magmatismul neogen (Herja, Rodna, Deva, Săcărîmb, Zlatna, Almaşu Mare, Roşia Montană, Muşca) şi în concreţiuni din roci sedimentare (Avrig, Sibiu, Sarmisegetuza, Rusca-Montană).

Se mai întîlneşte în Anglia, la St. Agnes (Cornwall), în filonaşe cu pirotină, apoi în Franţa, în Bavaria (prin alterarea trifilitului din pegmatite) şi în Boemia. În formaţiuni cu sideroză apare în zona golfului Mecklenburg; la Drenthe (Olanda). În U.R.S.S. se găseşte în peninsulele Taman şi Kerci. Sub formă de cristale mari de 10 cm se întîlneşte la Llallagua (Bolivia); la Shimotsuke (Japonia); pe rîul Wannon, Victoria (Australia). În S.U.A. se găseşte la Allentown şi Shrewsbury (Moumouth County), la Mullica Rill (Gloucester County) în New Jersey. Varietatea verde apare la Middletown (New Castle County, Delaware). La Plant City (Florida) se află în roci cu fosfaţi. Mai apare la Leadville (Colorado), la Clearwater County (Idaho), în Yuba County, Burney, Shasta County (California). În Canada apare la Côte St. Charles, Vaudreuil County, Quebec.

ERITRINĂ $CO_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$

ANNABERGIT $Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: *eritrină*: a : b : c=0,762 : 1 : 0,355; β=105°02′; *annabergit*: a : b : c=0,761 : 1 : 0,354; β=104°45′.

Dimensiunea celulei elementare; *eritrină*: a_0=10,20; b_0=13,37; c_0=4,74 Å. Z=2; *annabergit*: a_0=10,122; b_0=13,284; c_0=4,70.

Conţinutul celulei elementare: (eritrină şi annabergit) $(Co, Ni)_6(AsO_4)_4 \cdot 16\ H_2O \cdot Z=2$.

Habitus: cristale prismatice, aciculare (001), tabulare (010). Cristalele de annabergit sînt deseori fibroase sau chiar sub formă de mase pămîntoase. Eritrina prezintă cristale prismatice scurte şi de asemenea, frecvent, apare în mase pămîntoase. Agregate granulare, columnare, cruste cristaline cu structuri fibroase, mase reniforme.

Tabelul 188

Forme principale

Annabergit	Eritrină
c(001), b(010), a(100) m(110), w($\bar{2}$01), r(111) p(221), v($\bar{2}$21)	b(010), a(100), l(340) m(110), s(320), g(301) o($\bar{2}$03), w($\bar{2}$01), p(221) v($\bar{2}$21)

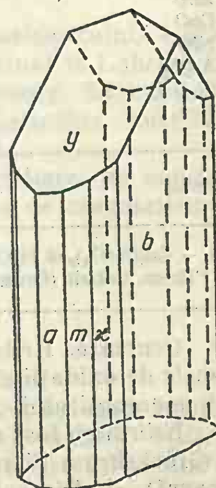


Fig. 142. Cristal de eritrină: b(010); m(110); a(100); v($\bar{2}$21).

Clivaj: (010) perfect, (100) și ($\bar{1}02$) slab. Lamele subțiri (010), flexibile. $H=1^1/_2-2^1/_2$. $G=3{,}06$ (eritrină) și 3,07 (annabergit). *Luciu*: aproape adamantin, sidefos (010), mat pentru varietățile pămîntoase. *Culoare*: eritrina este un mineral roșu de sînge, roșu-roz; cu cît conține mai mult nichel devine roz-pal, roz-gălbui (Co : Ni=1 : 1), iar annabergitul este alb sau cenușiu, verde-pal, verde. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă sînt slab colorate, biaxe pozitive, uneori negative.

Tabelul 189

Proprietăți optice

		Eritrină	Eritrină (Schneeberg)	Eritrină (Mont Chemin)	Annabergit	Pleocroism
α=b	α	1,626	1,629	1,622	1,622	roz-pal
	β	1,661	1,663	1,660	1,658	violet-pal
	γ	1,699	1,701	>1,681	1,687	roșu, roz-închis
$\gamma\wedge c$		+31°	+30°	31 $^1/_2$°	+36°	
	$2V_\gamma$	±90°	relativ mare	—	84°	

Chimism. Arseniați de cobalt și nichel hidratați: $(Co, Ni)_3(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$. Ni și Co se pot substitui în limite largi determinînd o serie continuă. Denumirile de eritrină și annabergit se dau termenilor care au Co>Ni, respectiv Ni>Co. Prezente sînt și Ca, Zn, Fe^{2+}, uneori Mg, care substituie (Co, Ni), iar gruparea anionică $(AsO_4)^{3-}$ poate fi substiuită prin $(PO_4)^{3-}$.

Tabelul 190

Analize chimice

	1	2	3	4	5
MgO	—	—	—	6,16	—
FeO	—	4,01	1,49	1,10	—
ZnO	—	—	—	—	—
CoO	37,54	33,42	34,11	urme	—
NiO	—	—	0,52	26,97	37,46
As_2O_5	38,39	38,30	37,86	40,45	38,44
H_2O	24,07	24,08	24,19	25,26	24,10
Rez.	—	—	2,17	—	—
Total	100,00	99,81	100,34	99,94	100,00

1 — $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$. 2 — Eritrină; Rappold, Schneeberg (R. D. Germană). 3 — Eritrină; O'Brien, Cobalt (Ontario). 4 — Annabergit; Laurium (Grecia). 5 — $Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$.

Ocurență. Eritrina și annabergitul sînt minerale secundare întîlnite în zonele de oxidații ale zăcămintelor de nichel și cobalt. Se asociază symplesitului, morenositului, malachitului, adamitului, scoroditului.

Eritrina a fost determinată în minele de la Schneeberg (Saxonia), Saalfeld și Glücksbrum (Thuringia) din R. D. Germană; la Wittichen (M. Pădurea Neagră) și Riechelsdrof în R. F. Germania; la Ioachimov și Příbram

în R. S. Cehoslovacă; la Schladming (Styria) și Leogang (Salzburg) în Austria; la Turtmannthal în Elveția. Varietăți pămîntoase sînt în Allemont (Isère) și Markirch în Franța; la Tunaberg în Suedia; în diverse localități în Cornwall și la Alston Moor în Anglia; la Veta Rica în Chile; în S.U.A. în statele Nevada, Arizona, New Mexico și California; în Canada în zona Cobalt, Ontario.

În România apare ca mineral supergen format în zona de oxidare a unor zăcăminte metalifere metamorfice. Eritrina se întîlnește și la Bădeni, Muncelu Mic, precum și în provincia magmatică banatitică (Oravița, Ciclova Română) și neogenă (Băiuț, Săcărîmb).

Annabergitul se formează similar eritrinei. Apare la Annaberg, Schneeberg (Saxonia), la Mohrungen, lîngă Sangerhausen, în M. Harz (R. D. Germană); la Riechelsdorf (Hessen, R. F. Germania); la Leogang (Austria); în mina Arburese Gonnosfanadiga (Sardinia); la Laurium (Grecia); în Sierra Cabrera în provincia Almeria (Spania). În S.U.A. se găsește la Silver Cliff, Custer County, Colorado și la Cottonwoos Canyon, Humbold County, Nevada, iar în Canada la Gowganda și Cobalt.

SYMPLESIT $Fe_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: a : b : c=0,8320 : 1 : 0,5027; α=99°55′, β=97°22$^1/_2$′, γ=105°57$^1/_2$′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,87; b_0=9,41; c_0=4,72 Å; conține $Fe_3(AsO_4)_2 \cdot 8\,H_2O$. Z=1.

Habitus: agregate sferice, cruste fibroase, cu structuri radiare, uneori în cristale alungite [001] sau tabulare (1$\bar{1}$0). Forme principale: c(001), m(110), Q(9$\bar{1}$0), M(1$\bar{1}$0), r(1$\bar{1}$3). *Macle*: (1$\bar{1}$0). *Clivaj*: (1$\bar{1}$0) perfect. *Spărtură*: neregulată. $H \sim 2^1/_2$. G=3,01. *Luciu*: sticlos, sidefos (pe suprafețele de clivaj). *Culoare*: verde-închis, verde, negru-verzui, indigo-albăstrui; îndeosebi pentru varietățile oxidate. *Urmă*: alb-albăstruie.

Proprietăți optice. Orientarea: $\alpha \perp$(1$\bar{1}$0), $\gamma \wedge c$=31$^1/_2$°; indicii de refracție: α=1,635, β=1,668, γ=1,702; pleocroic: α=albastru-închis, β=aproape incolor, γ=gălbui; biax negativ, $2V_\alpha$=86$^1/_2$°.

Ocurență. Este un mineral secundar, asociat farmacosideritului, scoroditului, eritrinei, annabergitului, limonitului. A fost determinat la Lobenstein și Saubach (în Vogtland) și la Neustädtel, lîngă Schneeberg, Saxonia. Se găsește la Pisek (Boemia, Cehoslovacia), la Huttenberg (Carinthia, Austria); la Pizzo Cipolla (Italia), la lacul Tagish (Yukon, Canada).

În România apare sub formă de agregate fibrose, radiare, de culoare verzuie, la Baia Sprie (filon hidrotermal polimetalic, legat de magmatismul neogen).

HÖRNESIT $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$

Sistem de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,7680 : 1 : 0,3591; β=104°25′.

Habitus: prismatic [001], tabular (010), mase columnare, agregate foioase radiare. Forme principale: b(010), m(110), i(450), n(201), w($\bar{2}$01), v($\bar{2}$21). *Clivaj*: (010) perfect, (100) slab, lamele flexibile. H=1. G=2,73. *Luciu*: sidefos, pe suprafața de clivaj. *Culoare*: albă.

Proprietăți optice. Incolor; orientarea: $\alpha=b$, $\gamma \wedge c=31°$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}563$, $\beta=1{,}571$, $\gamma=1{,}596$; biax pozitiv, $2V_\gamma=60°$.

Ocurență. Mineral descris pentru prima dată în România apare rar în zăcăminte pirometasomatice din provincia banatitică (Oravița, Ciclova Română) și în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (Săcărîmb). Apare în Cehoslovacia la Ioachimov, iar în Italia la Fiano, lîngă Neapole.

3. TIPUL $A(XO_4) \cdot xH_2O$

VARISCIT $Al(PO_4) \cdot 2H_2O$

STRENGIT $Fe(PO_4) \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: *variscit:* a : b : c=1,022 : 1 : 0,892; *strengit:* a : b : c= =1,021 : 1 : 0,878.

Dimensiunea celulei elementare: *variscit:* $a_0=9{,}87$; $b_0=9{,}57$; $c_0=8{,}52$ Å. Z=8. *strengit:* $a_0=10{,}08$; $b_0=9{,}87$; $c_0=8{,}67$ Å. Z=8.

Conțin în celula elementară $(Al^{3+}, Fe^{3+})_8(PO_4)_8 \cdot 16\ H_2O$.

Habitus: variscitul apare foarte rar în cristale pseudooctaedrice (111); mase granulare, noduli, cruste cristaline. Cristalele de strengit sînt mai variate: habitus octaedric (111), tabular (001), prisme scurte (100) sau (010); prezintă aspecte sferoidale, foioase, mase fibroase radiare, cruste cristaline cu structuri caracteristice.

Tabelul 191

Forme principale

Variscit	Strengit
c(001), b(010), e(120), d(201), p(111), i(121) r(131), s(211)	c(001), b(010), a(100) d(120), m(110), r(101) h(201), e(012), ρ(011) p(111), s(121), i(211)

Macle: (201) foarte rare. *Clivaj:* (010) bun, (001) slab. *Spărtură:* neregulată, uneori concoidală. $H=3^1/_2$ pînă la $4^1/_2$ la variscit. $G=2{,}57-2{,}61$ (variscit); 2,87–2,90 (strengit). *Luciu:* sticlos. *Culoare:* variscitul este verde-pal, verde de smarald, verde-albăstrui, incolor; strengitul este roșu-carmin, violet, uneori incolor. *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolore sau verde-pal, roz; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=c$, $\gamma=b$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}563$, $\beta=1{,}588$, $\gamma=1{,}594$ (pentru variscit), $\alpha=1{,}707$, $\beta=1{,}719$, $\gamma=1{,}741$ (pentru strengit); biax negativ (variscit), biax pozitiv (strengit), $(\pm)$ 2V — moderat.

Chimism. Fosfați de Al și Fe: $(Al^{3+}, Fe^{3+})(PO_4) \cdot 2\ H_2O$. Al^{3+} și Fe^{3+} se substituie nelimitat. Termenul cu Al>Fe se numește *variscit*, iar termenul cu Fe>Al, *strengit*. La rîndul ei și gruparea anionică poate fi substituită prin $(AsO_4)^{3-}$, de regulă în cantități reduse; de fapt arseniații cu aceste elemente sînt izostructurali cu fosfații de Al^{3+} și Fe^{3+}.

Tabelul 192

Analize chimice

	1	2	3		5	6	7	8
CaO	—	—	0,22	—	0,57	1,20	—	—
Al_2O_3	32,26	32,40	28,83	20,45	16,60	8,15	—	—
Fe_2O_3	—	0,06	2,27	12,66	14,40	30,00	43,40	42,72
Cr_2O_3	—	0,18	0,73	0,73	—	—	—	—
P_2O_5	44,94	44,73	41,98	42,19	43,20	36,29	38,24	38,00
H_2O	22,80	22,68	25,98	22,05	24,00	21,60	18,89	19,28
Rez.	—	0,32	0,80	1,37	1,60	3,38	—	—
Total	100,00	100,37	100,81	100,35	100,37	100,62	100,53	100,00

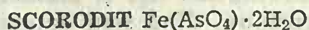
1 — $Al(PO_4) \cdot 2\,H_2O$. 2 — Variscit; Lucin (Utah), V_2O_3-urme. 3 — Variscit; Zeleznik (R. S. Cehoslovacă); $Na_2O=0,07$, $K_2O=0,12$. $MgO=0,10$, $CuO=0,09$, $FeO=0,16$, insol.$=$ $=0,26$. 4 — Fe-variscit; Ninghanboun Hills (Australia); Na_2O-urme, $K_2O=0,96$, $(NH_4)_2O$-urme, $TiO_2=0,21$; $FeO=0,20$. 5 — Fe-variscit; Insula Redonda. 6 — Al-strengit; Manhattan (Nevada); $MgO=1,36$, $FeO=0,90$, insol.$=1,12$, $H_2O^{\pm}=1,88$. 7 — Strengit; Pleistein (Bavaria). 8 — $Fe(PO_4) \cdot 2\,H_2O$.

Ocurență. Variscitul este produs de suprafață, întîlnit în cavitățile breciilor, în roci aluminoase. Se asociază cu wavellit, crandallit, metavariscit, apatit microcristalin, calcedonie, limonit. Termenul strengit, mineral tot de suprafață, produs prin alterarea fosfaților de fier, a trifilitului, apare în pegmatite, asociat și cu limonit, vivianit, metastrengit, dufrenit, apatit microscristalin.

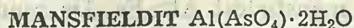
Variscitul apare în R. D. Germană la Frankenberg, în Saxonia; în Austria la Brandberg, lîngă Leoben, în Styria; în R. S. Cehoslovacă la Zeleznik, Třenice și Zaječow; în R. Zair la Mura-Panda, provincia Shaba. În S.U.A. apare la Fairfield (Utah), ca noduli în sedimente de fosfați la Amatrice Hill, lîngă Stockton, și la Lucin, în Box Elder County. De asemenea la Montgomery (Arkansas), la Moore's Mill (Pennsylvania) și în Nevada.

Ferrivariscitul apare în Antile în insulele Redonda, Gran Roque, Perle și la Ninghanboun Hills, în Australia de Vest.

Strengitul se găsește în Thuringia, în pegmatite în Bavaria, apoi la Mangualde și Beira în Portugalia; de asemenea la Kiruna în Suedia și la Příbram în R. S. Cehoslovacă. În S.U.A. apare lîngă Midvale (Virginia), la Moore's Mill (Cumberland County), la mina Noblis Bearville (Pennsylvania) și la Pala (San Diego County, California).



SCORODIT $Fe(AsO_4) \cdot 2H_2O$



MANSFIELDIT $Al(AsO_4) \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,028 : 1 : 0,890.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10,28$; $b_0=10,00$; $c_0=8,90$ Å; conține $(Fe, Al)_8(AsO_4)_8 \cdot 16\,H_2O$. Z=8.

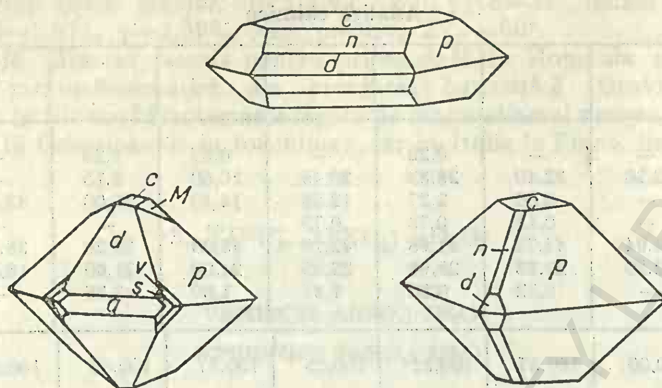


Fig. 143. Cristale de scorodit: c(001); n(101); d(201); p(111); M(320); s(211); a(100).

Habitus: frecvent cristale piramidale (111), tabulare (001), prismatice [010]. Agregate granulare, cruste cristaline cu cristale neregulate, mase foioase, pămîntoase, uneori structuri fibroase. Forme principale: c(001), b(010), a(100), e(120), m(110), M(012), h(011), o(021), n(101), d(201), p(111), i(121), s(211). *Clivaj*: (201) imperfect, (001) şi (100) urme. *Spărtură*: semiconcoidală. $H=3^1/_2-4$. $G=3{,}28$ (scorodit); 3,03 (mansfieldit). *Luciu*: pentru scorodit sticlos, semiadamantin şi subrăşinos. *Culoare*: scorodit: verde-închis, verde-cenuşiu, brun, aproape incolor pentru unele varietăţi sau albastru, violet, galben, materialul pămîntos verde-pal, cenuşiu-pal, verde-brun; mansfieldit: alb, cenuşiu-pal.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă incolore sau colorate în verde, verde-brun; $\alpha=a$, $\beta=c$, $\gamma=b$; pleocroic (scoroditul); biax pozitiv.

Tabelul 193

Proprietăţi optice

	Scorodit (Durango)	Aluminiu scorodit (Oregon)	Mansfieldit (Oregon)	Fosfoscorodit (Idaho)	Scorodit (Japonia)	Scorodit (Cornwall)
α	1,784	1,741	1,622	1,738	1,771 (Na)	1,810
β	1,795	1,744	1,624	1,742	1,805	1,880
γ	1,814	1,768	1,642	1,765	1,820	1,925
$2V_\gamma$	~75°	~40°	~30°	mediu	—	~90°

Chimism. Arseniaţi hidrataţi de fier şi aluminiu: (Fe, Al)$(AsO_4)\cdot 2\,H_2O$. Fe şi Al se substituie continuu, dînd serii complete. La termenul scorodit Fe>Al, iar la termenul mansfieldit Al>Fe. De asemenea frecvent $(AsO_4)^{3-}$ este substituit prin $(PO_4)^{3-}$, raportul fiind P : As=1 : 5,7. Scoroditul pierde apa între 220° şi 250°.

Ocurenţă. Scoroditul este un mineral secundar caracteristic îndeosebi regiunilor cu climat tropical, în zonele de oxidare ale zăcămintelor cu minerale de arsen. Se asociază cu farmacosiderit, beudantit, vivianit, limonit, gips, calcedonie, cuarţ, minerale argiloase. Rar apare ca mineral hidrotermal

primar. A fost determinat în R. F. Germania în landul Hessen, în R. D. Germană la Saubach, la Graul, lîngă Schwartzenberg, Saxonia. În Austria apare la Lölling (Carinthia); în U.R.S.S. în Transbaicalia; în Franța la Vaulry și la Limoges; în Anglia la Morbihan; în Algeria la Djebel Debar, Constantin; în Grecia la Laurium; în Anglia la St. Stephens, în Cornwall; în Brazilia lîngă Ouro Preto, Minas Geraes; în Japonia la Kiura Bungo; în S.U.A. la Carmel (New York), la Gold Hill (Utah), la Tintic (Utah), la Monte Cristo (Washington), la Black Pine (Idaho).

V. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI ANHIDRI CU HIDROXIL SAU HALOGEN

1. TIPUL $(A, B)_5(XO_4)_2Z_q$

PSEUDOMALACHIT $Cu_5(PO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$?

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 2,9634 : 1 : 0,7787; β = 91°01′.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 17,06$, $b_0 = 5,76$, $c_0 = 4,49$ Å; conține $Cu_{10}(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 2H_2O$. Z = 2.

Habitus: cristale prismatice [001], dispuse subparalel în agregate, mase reniforme, butoiașe, mase fibroase radiare, structuri concentrice, uneori fibre alungite [010], mase foioase, dense, microcristaline, mase colomorfe. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), n(540), l(430), q(101), t(201), z(301), f(332), h(432). *Macle*: (100). *Clivaj*: (010) bun. *Spărtură*: așchioasă. $H = 4^1/_2 - 5$. $G = 4,35$. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: negru, verde-smarald, verde-închis, verde-negricios; materialul fibros verde-albăstrui.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este verde, verde-albăstrui; orientarea: γ = b; biax negativ, uneori pozitiv.

Tabelul 194

Proprietăți optice

	Virneberg	Rheinbreitbach	Portugalia	Pleocroism
α	1,80	1,789	1,719	verde-albăstrui, verde-pal
β	1,86	1,835	1,763	verde-gălbui
γ	1,88	1,845	1,805	verde-albăstrui-închis
2Vα	46°	~50°	~90°	
α∧c	23°	21°	22°	

Ocurență. Este mineral secundar, asociat malachitului, crisocolului, tenoritului, pyromorfitului, calcedoniei, limonitului, aflat în zonele de oxidare a zăcămintelor de cupru.

În R. S. România apare ca mineral supergen la Băița — Bihor, în zăcăminte pirometasomatice hidrotermale cu sulfuri, legate de magmatismul banatitic.

Se găseşte în Austria la Ehl, lîngă Linz; în R. F. Germania; în R. D. Germană în Thuringia; în R. S. Cehoslovacă; în U.R.S.S. în Munţii Ural şi la Nijni Taghil; în Marea Britanie în Cornwall; în Belgia la Viel-Salm; în Franţa în departamentul Tarn; în Rep. Zair în provincia Shaba la Mindouli; în Australia de Vest la Collier Bay; în S.U.A. în statele Pennsylvania, Carolina de Nord şi Montana.

2. TIPUL $AB(XO_4)Z_q$

PIROBELONIT $MnPb(VO_4)(OH)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relaţia axială: a : b : c=0,802 : 1 : 0,644.

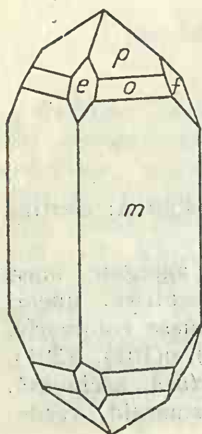


Fig. 144. Cristal de pirobelonit: e(201); m(110); o(221); p(111); f(031).

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7{,}84$; $b_0=9{,}45$; $c_0=6{,}09$ Å; conţine $Mn_4Pb_4(VO_4)_4(OH)_4$; izostructural descloizit-mottramit. Z=4.

Habitus: cristalin acicular [001]. Forme principale: c(001), a(100), n(120), m(110), d(011), f(031), e(201), p(111), o(221). *Clivaj*: nu se observă. *Spărtură*: concoidală. $H=3^1/_2$. $G=5{,}377$. *Culoare*: roşu, seamănă cu proustitul. *Luciu*: adamantin. *Urmă*: galben-oranj, roşie.

Proprietăţi optice. Pleocroic, în tonuri de brun-roşcat; orientarea: $\alpha=a$, $\beta=c$, $\gamma=b$; indicii de refracţie: $\alpha=2{,}32$, $\beta=2{,}36$, $\gamma=2{,}37$; biax negativ, $2V_\alpha=29°$.

Chimism. Vanadat bazic de mangan şi plumb, unde Mn : Pb ~ 5 : 3. Poziţiile Pb pot fi substituite prin Mn. Formula teoretică este: $Mn(Pb, Mn)(VO_4)(OH)$.

Ocurenţă. Asociat hausmanitului, manganitului, baritinei, calcitului, a fost determinat la Långban (Suedia).

AMBLIGONIT $(Li, Na)Al(PO_4)(F, OH)$

MONTEBRASIT $(Li, Na)Al(PO_4)(OH, F)$

NATROMONTEBRASIT $(Na, Li)Al(PO_4)(F, OH)$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.
Relaţia axială: a : b : c=0,733 : 1 : 0,763; $\alpha=108°51'$; $\beta=97°48'$; $\gamma=106°26'$.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}19$; $b_0=7{,}12$; $c_0=5{,}04$ Å; conţine în celula elementară $Li_2Al_2(PO_4)_2(OH, F)_2$. Z=2.
Habitus: prisme scurte [010], în general sub formă de fragmente larg dezvoltate, fără forme cristalografice; mase columnare, compacte. Forme principale: c(001), b(010), a(100), w(11$\bar{0}$), q(021), d(0$\bar{1}$1), u(0$\bar{2}$1), r(111), t($\bar{1}$11), v($\bar{3}$32), x(2$\bar{3}$1), o(011). *Macle*: ($\bar{1}\bar{1}$1), comune, planul de maclă ($\bar{1}$11), uneori (011), mai rar (111), lamelar. *Clivaj*: (100) perfect, (110) bun, (0$\bar{1}$1) slab, (001) imperfect. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală. $H=5^1/_2-6$.

$G=3{,}11$. *Luciu*: sticlos sau gras, sidefos (pe suprafețele de clivaj). *Culoare*: frecvent albe, albe-lăptos, albe-crem; uneori gălbui, roz, verzui, albăstrui-cenușii, rar incolore.

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolore (tab. 195).

Tabelul 195

Proprietăți optice

	Ambligonit (Na) Chursdorf	Ambligonit (Na) Utö (Suedia)	Montebrasit (Na) Karibib (Namibia)	Montebrasit (Na) Kimito	Natromontebrasit Colorado
α	1,5783	1,5910	1,594	1,611	1,594
β	—	1,6046	1,608	1,619	1,603
γ	1,5983	1,6125	1,616	1,633	1,615
2Vγ	—	—	75°	73°22′	mare

Chimism. Fosfat bazic de aluminiu, litiu și sodiu: $(Li, Na)Al(PO_4)(F, OH)$. Unii presupun și prezența apei $(Li, Na)_4Al_4(PO_4)_4(F, OH)_4 \cdot H_2O$. Sodiul și litiul se substituie constituind o serie continuă, același tip de substituire existînd și între OH^- și F^-.

Tabelul 196

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7
Li_2O	10,10	9,60	8,97	9,65	8,80	10,24	—
Na_2O	—	0,59	2,04	0,43	1,41	—	19,14
Al_2O_3	34,46	37,60	33,55	35,19	35,80	34,94	31,47
P_2O_5	48,00	46,85	48,24	47,54	46,70	48,65	43,83
F	12,85	10,40	11,26	5,40	2,27	—	—
H_2O	—	0,14	1,75	3,30	4,54	6,17	5,56
Rez.	—	—	0,13	0,43	0,48	—	—
Total	105,41	105,18	105,94	101,94	100,00	100,00	100,00
F=0	5,41	4,38	4,47	2,27	—	—	—
Total	100,00	100,80	101,20	99,67	100,00	100,00	100,00

1 — $LiAl(PO_4)F$. 2 — Ambligonit; Montebras (Franța); 3 — Ambligonit; Penig (Saxonia); rez. Mn_2O_5. 4 — Montebrasit; Karibib (Namibia); $K_2O=0{,}10$, $MgO=0{,}33$, H_2O inclusiv $H_2O^-=0{,}04$. 5 — Montebrasit; Mogi das Cruzes (Brazilia); rez. SiO_2. 6 — $LiAl(PO_4)(OH)$. 7 — $NaAl(PO_4)(OH)$.

Ocurență. Termenii din această serie se întîlnesc în pegmatite granitice îndeosebi în cele bogate în fosfați; principalele minerale cu care se asociază sînt spodumenul, litiofilitul, trifilitul, apatitul, lepidolitul, petalitul, pollucitul, turmalina. Uneori se găsesc în greisene, alături de casiterit și mice de temperaturi ridicate. Sînt întîlniți la Arnsdorf, lîngă Penig, cu casiterit, la Geyer, Saxonia (R. D. Germană).

Natromontebrasitul se găsește la Jeclov lîngă Jihlava (Moravia, R. S. Cehoslovacă), apoi la San Piero (Elba), la Caceres (Spania).

Termenul *montebrasit* apare în Franța la Montebras; în Suedia la Utö, lîngă Stockholm, și în pegmatitele de la Varuträsk. Montebrasitul și ambligonitul se găsesc în pegmatitele de la Karibib (Namibia) și de la Mogi das Cruzes (Brazilia). În Australia apar la Ravensthorpe și Ubini; în S.U.A. la Black-Hills (Dakota de Sud), la mina Bob Ingersoll, lîngă Keystone, la mina Giant-Volney, lîngă Tinton. În pegmatite apar în S.U.A. în statele Colorado, California, New Mexico, Arizona, iar în Canada la Yellowknife-Beaulieu.

3. TIPUL $A_2(XO_4)Z_q$

A. Grupa triploiditului

TRIPLOIDIT $(Mn^{2+}, Fe^{2+})_2(PO_4)(OH)$

WOLFEIT $(Mn^{2+}, Fe^{2+})_2(PO_4)(OH)$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 0,9286 : 1 : 0,7463. β = 108°14′ (triploidit) și β = 108°18′ (wolfeit).

Dimensiunea celulei elementare: variază în funcție de raportul Fe : Mn (tab. 197).

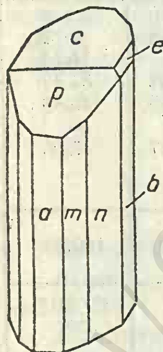


Fig. 145. Cristal de wolfeit: c(001); p($\bar{2}$21); b(010); a(100); m(110); n(120); e(021).

Tabelul 197

Dimensiunea celulei elementare (Å)

	Triploidit (Branchville)	Wolfeit (Palermo)
Fe : Mn	1 : 3,30	3,39 : 1
a_0	12,26	12,20
b_0	13,38	13,17
c_0	9,90	9,79
β	108°04′	108°00′

Celula conține $(Mn^{2+}, Fe^{2+})_{32}(PO_4)_{16}(OH)_{16}$.

Habitus: cristale prismatice [001], în aceeași zonă striațiuni verticale. Uneori cu aspecte fibroase dispuse paralel sau agregate lamelare, mai rar

mase granulare. Forme principale: c(001), b(010), a(100), n(120), m(110), e(021), p($\bar{2}$21). *Clivaj*: (010) bun, (120), (010) slab, (110) foarte slab. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală. $H=4^{1}/_{2}-5$. $G=3,66$ (termenii cu >Mn) și 3,83 (termenii cu >Fe). *Luciu*: sticlos, gras sau adamantin. *Culoare*: roz, gălbui, brun-gălbui, brun, la termenii cu mangan și brun-roșcat, brun-negru, verde-negru, la termenii cu mult fier. *Urmă*: aproape albă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă sînt roz-pal, brun-pal; biax pozitiv.

Tabelul 198

Proprietăți optice

		Triploidit (Branchville)	Wolfeit (Palermo)
Fe : Mn		1 : 3,30	3,39 : 1
$\alpha=b$	α	1,725	1,741
$\alpha \wedge c \sim +4°$	β	1,723	1,742
	γ	1,730	1,746

Chimism. Fosfat bazic de fier și mangan bivalent: $(Mn^{2+}, Fe^{2+})_2PO_4(OH)$. Mn^{2+} și Fe^{2+} se substituie în limite largi; există termeni cu rapoartele Fe : Mn = =1 : 3,30 și Fe : Mn=3,39 : 1.

Denumirile *triploid* și *wolfeit* sînt determinate de proporția Mn>Fe și respectiv Fe>Mn. Mg^{2+} și Ca^{2+} pot substitui pozițiile specifice cationilor (Mn^{2+}, Fe^{2+}) și se întîlnesc în rapoartele Mg : (Fe^{2+}, Mn^{2+})=1 : 6,92 și respectiv Ca : (Fe^{2+}, Mn^{2+})=1 : 22,9.

Ocurență. Se întîlnesc în pegmatite granitice, asociate triplitului, litiofilitului, trifilitului, deseori ca produse de alterare hidrotermală. Au fost determinate la Branchville (Connecticut, S.U.A.), în Moravia (Cehoslovacia), în pegmatite la Palermo (Italia), lîngă North Groton (New Hampshire, S.U.A.), la Skrumpetorp (Suedia) și în Bavaria (R. F. Germania).

B. Grupa olivenitului

OLIVENIT $Cu_2(AsO_4)(OH)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,05 : 1 : 0,72.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8,16$; $b_0=8,54$; $c_0=5,86$ Å; celula conține $Cu_8(AsO_4)_4(OH)_4$. Z=4.

Habitus: cristale alungite [100], prisme scurte sau dezvoltate acicular [001], uneori cristale tabulare (011), (100) sau (001). Mase reniforme, structuri fibroase, paralele sau în rozetă, cristale lamelare cu muchii curbate, mase

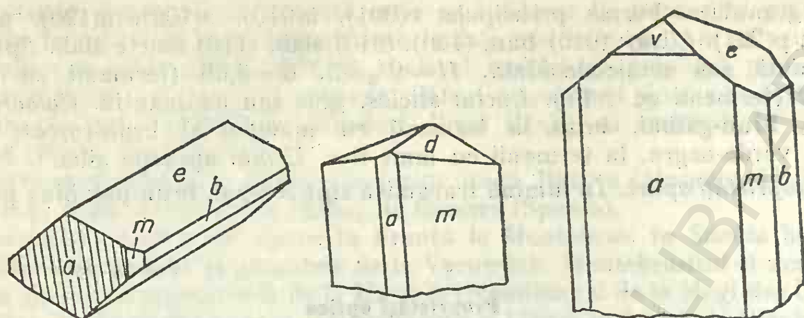


Fig. 146. Cristale de olivenit: a(100); m(110); e(011); b(010); d(025); v(101).

granulare, noduli, mase pămîntoase. Forme principale: e(011), a(100), b(010), m(110), n(012), v(101), p(111), c(001), f(013), d(025), s(034), l(043). *Clivaj*: (011) și (110) slab. *Spărtură*: concoidală sau neregulată. $H=3$. $G=4{,}46$ (Tintic și Tsumeb); 3,9–4,4 (Cornwall). *Luciu*: adamantin sau sticlos, mătăsos (pe suprafețele fibrelor). *Culoare*: verde-oliv, brun-verzui, brun, rar galben, verde-cenușiu, alb-cenușiu. *Urmă*: verde-oliv, uneori brună.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este verde-pal; biax negativ, $2V_\alpha \sim 90°$; $\beta = c$.

Tabelul 199

Proprietăți optice

	Chuquicamata	Tintic	Cornwall
α	1,780	1,772	1,747
β	1,820	1,810	1,788
γ	1,865	1,863	1,829

Ocurență. Mineral secundar în zone de oxidare ale zăcămintelor cuprifere, olivenitul se asociază cu adamitul, malachitul, azuritul, limonitul, scoroditul. Determinat la Cornwall, apoi la Alston Moor (Cumberland) și Tavistock (Devonshire) în Anglia. Se mai găsește în R. S. Cehoslovacă, în Namibia (Tsumeb), în Chile (la Collahuasi, Capiapó și la Chuquicamata), în S.U.A. (districtul Tintic — statul Utah, la Majuba Hill — statul Nevada și în statul Idaho).

LIBETHENIT $Cu_2(PO_4)(OH)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,960 : 1 : 0,703.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8{,}45$; $b_0=8{,}10$; $c_0=5{,}91$ Å; conține $Cu_8(PO_4)_4(OH)_4$. Z=4.

Habitus: prisme scurte [001], alungite [100]. Forme principale: b(010), a(100), m(110), h(540), α(320), t(210), δ(310), e(011), d(101), s(111). *Clivaj*:

(100), (010) slab. *Spărtură*: concoidală sau neregulată. $H=4$. $G=3{,}8$. *Luciu*: sticlos, gras (pe suprafețe de spărtură). *Culoare*: negru, verde-oliv, verde-închis, verde-negru.

Proprietăți optice. În lumină transmisă verde-albăstrui sau verde-pal; orientarea: $\alpha=b$, $\beta=c$, $\gamma=a$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}701-1{,}704$; $\beta=1{,}743-1{,}747$, $\gamma=1{,}787-1{,}790$; pleocroic: α=albastru-pal, gălbui, γ=albastru, verde; biax negativ, $2V_\alpha$ aproape 90°.

Ocurență. Mineral secundar, apare asociat cu malachit, azurit, limonit, piromorfit.

În R. S. România a fost determinat la Ocna de Fier, în skarne, legate de magmatismul banatitic.

În Anglia se găsește în Cornwall, în Franța la Montebras, în S.U.A. în statele Nevada, Arizona, New Mexico și Pennsylvania.

C. Grupa frondelitului

DEWINDTIT $Pb(UO_2)_5(PO_4)_4(OH)_4 \cdot 10H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Habitus: remarcat îndeosebi în studiile microscopice; apar cristale tabulare (100) și cu fețe terminale (001), cu striațiuni (001). Mase pulverulente sau compacte. $G=5{,}03$. *Culoare*: galben-deschis. *Clivaj*: (100) vizibil.

Proprietăți optice. Orientarea: $\alpha=b$, $\beta=c$, $\gamma=a$; indicii de refracție: $\alpha=1{,}762$, $\beta=1{,}763$; biax pozitiv, 2E este mare.

Ocurență. Mineral secundar în zăcăminte cu uraniu, apare la Kasolo (Shaba, Zair) și la Wölsendorf (Bavaria, R. F. Germania).

FOSFURANILIT $Ca(UO_2)_4(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 8H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=15{,}85$; $b_0=17{,}42$; $c_0=13{,}76$ Å. $Z=6$.

Habitus: microscopic se remarcă cristale plate, rectangulare, cruste cristaline cu cristale de dimensiuni foarte mici. *Clivaj*: (001) perfect. $H\sim2^1/_2$. *Culoare*: galben-murdar, galben-auriu.

Proprietăți optice. În lumină transmisă este colorat în galben-închis, galben-auriu și are un pleocroism destul de clar: α=incolor, galben-pal, β=galben-auriu, γ=galben-auriu; indicii de refracție: $\alpha=1{,}691$, $\beta=1{,}720$, $\gamma=1{,}720$.

Ocurență. Mineral secundar, se găsește asociat autunitului, uranofanului, betauranofanului, oxizilor hidratați de uraniu și opalului. Determinat în S.U.A. la Flat Rock în pegmatite și la Buchanan în Carolina de Nord, în mina Palermo, lîngă North Groton (New Hampshire), în Oxford County (Maine), Fairfield County (Connecticut); în Portugalia la Rosmaneira și Carrasca; în Brazilia la Rio Grande de Norte; în Zair (Shaba).

4. TIPUL $A_5(XO_4)_3Z_q$

A. Grupa apatitului

FLUORAPATIT $Ca_5(PO_4)_3F$

CLORAPATIT $Ca_5(PO_4)_3Cl$

HIDROXILAPATIT $Ca_5(PO_4)_3(OH)$

CARBONATAPATIT $Ca_{10}(PO_4)_6(CO_3)\cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 4 m.

Relația axială: *fluorapatit*: a : c=1 : 0,7346; *clorapatit*: a : c=1 : 0,7000; *hidroxilapatit*: a : c=1 : 0,7370.

Dimensiunea celulei elementare: celula elementară conține $Ca_{10}(PO_4)_6$ (F, Cl, OH)$_2$. Z=2.

Tabelul 200

Constante structurale

Specia	a_0 în Å	c_0 în Å
Fluorapatit	9,36	6,86
Fluorapatit (Mn)	9,35	6,83
Fluorapatit (MnO) 10,3%	9,33	6,80
Fluorapatit (CO_3^{2-})	9,34	6,89
Clorapatit	9,52	6,85
Hidroxilapatit (F^{1-})	9,42	6,93
Hidroxilapatit (Mn)	9,54	6,73
Carbonatapatit (CO_3^{2-})	9,41	6,88

Habitus: cristale prismatice lungi [0001]; cristalele de apatit din calcare sau roci eruptive arată fețe dezvoltate (10$\bar{1}$0), (10$\bar{1}$1), cristale tabulare (0001); cristalele hidrotermale au de asemenea dezvoltate fețele (10$\bar{1}$0), (0001), (10$\bar{1}$1); fețele piramidale sînt scurte; numeroase tipuri de combinații de fețe. Adesea mase granulare, cruste cristaline granulare, mase reniforme cu structuri fibroase, dispuse deseori subparalel, structuri columnare, cruste fibroase, mase stalactitice, mase pămîntoase, oolite, noduli în conglomerate. Forme principale: c(0001), m(10$\bar{1}$0), a(11$\bar{2}$0), k(41$\bar{5}$0), r(10$\bar{1}$2), x(10$\bar{1}$1), y(20$\bar{2}$1), v(11$\bar{2}$2), s(11$\bar{2}$1), μ(2131), o(31$\bar{4}$2), n(31$\bar{4}$1), h(21$\bar{3}$0), τ(10$\bar{1}$6), δ(10$\bar{1}$3), d(22$\bar{4}$1), q(4371), i(21$\bar{3}$2). Fețele de prismă sînt uneori acoperite cu striații verticale. Se întîlnesc pseudomorfoze după oasele vertebratelor și resturilor de plante, deseori păstrîndu-se toate detaliile structurii acestora, ele putînd fi studiate la microscop. *Macle*: (11$\bar{2}$1) plan de maclă de contact; (10$\bar{1}$3) mai rare, cu plan de macle (10$\bar{1}$0) și (11$\bar{2}$3). Concreșteri paralele între apatit și monazit. *Clivaj*: (0001) slab, (10$\bar{1}$0) întrerupt. *Spărtură*: concoidală sau neregulată. H=5; variază cu direcția. G=2,9—3,1. *Luciu*: sticlos, uneori semirășinos. *Culoare*: verde, verde asparag, verde-albăstrui, verde-cenușiu, albastru, violet, violet-ametist, uneori alb-verzui, cenușiu, brun, roșu-închis, roz-roșcat, verde-deschis; varietățile cu mangan sînt colorate verde-brun, verde-albăstrui; sînt și varietăți transparente, incolore sau albe. *Urmă*: albă.

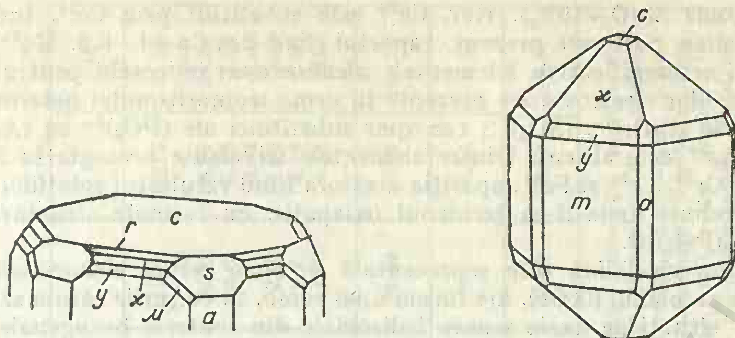


Fig. 148. Cristale de apatit: c(0001); m(10$\bar{1}$0); x(10$\bar{1}$1); r(10$\bar{1}$2); y(20$\bar{2}$1); a(11$\bar{2}$0); s(11$\bar{2}$1); μ(21$\bar{3}$1).

Proprietăți optice. În lumină transmisă apatitul este aproape incolor, uneori cu evident dicroism. Varietățile violete: ε=violet-închis, ω=violet-roșcat; varietățile de culoare verde-pal: ε=galben-pal, ω=verde-albăstrui-pal; varietățile galbene: ε=brun-gălbui, ω=verde-închis; varietățile albastre: ε=albăstrui, ω=verde-albăstrui. Indicii de refracție variază în funcție de conținuturile în F, OH sau Cl și chiar în funcție de cantitatea substituită de P prin C sau a Ca^{2+} prin Mn^{2+}. Carbonatapatitul arată birefringența cea mai ridicată.

Proprietăți optice *Tabelul 201*

Specia	ε	ω
Clorapatit	1,6684	1,6675
Clorapatit (cu F^-)	1,6580	1,6530
Hidroxilapatit	1,6510 (Na)	1,6440
Hidroxilapatit (cu F^-)	1,6452 (Na)	1,6413
Hidroxilapatit (cu Mn^{2+})	1,6610 (Na)	1,6570
Fluorapatit artificial	1,6325 (Na)	1,6300
Fluorapatit	1,6357 (Na)	1,6328
Fluorapatit (cu Mn^{2+})	1,6459 (Na)	1,6411
Fluorapatit (cu (CO_2)	1,6290	1,6240
Fluorapatit (cu CO_2)	1,6250–1,6270	1,6200–1,6220
Fluorapatit (cu CO_2)	1,6270–1,6300	1,61400–1,6170
Carbonatapatit	1,6280	1,6190
Carbonatapatit	1,6030	1,5980

Chimism. Fluorapatitul, clorapatitul și hidroxilapatitul corespund la formula: $Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$; elementele F, Cl, OH se substituie în limite largi, determinînd serii continue. Termenii fluorapatit conțin F>Cl sau OH, clorapatit conțin Cl>F sau OH, iar hidroxilapatit conțin OH>F sau Cl. CO_2 este în cantități mici, determinînd varietăți carbonatate. Substituirea cu C se produce atît în gruparea anionică suplimentară (CO_3, OH), cît și în anionul (PO_4), formula teoretică fiind: $Ca_5(P_{1-x}C_xO_{4-x}OH_x)_3(F, Cl, OH)$. Înlocuirea P prin C atrage eliberarea sarcinilor electro-negative prin intervenția alcaliilor în pozițiile Ca^{2+}. Varietatea carbonatapatit prezintă CO_3>F (sau Cl sau OH); pentru această specie minerală formula probabilă este: $Ca_{10}(PO_4)_6(CO_3)\cdot H_2O$. Mn^{2+} substituie deseori Ca^{2+}, raportul fiind Mn : Ca=

=1 : 5,7 (unde MnO ~ 10%). Rar, Ca^{2+} este substituit prin Ce^{3+}, îndeosebi în roci alcaline; Sr^{2+} este prezent, raportul fiind Sr : Ca=1 : 6,8. Mg^{2+} apare în cantități nesemnificative. Elementele alcaline apar îndeosebi pentru echilibrarea sarcinilor electrostatice prezente în urma izomorfismului heterovalent, unde intervin $(SiO_4)^{4-}$, $(SO_4)^{2-}$; rar apar substituiri ale $(PO_4)^{3-}$ cu $(AsO_4)^{3-}$; de regulă As^{5+} este absent. Dintre elementele trivalente prezente în apatite cităm Al^{3+}, Cr^{3+}, Cr^{6+} și Fe^{3+}, apariția acestora fiind rezultatul soluțiilor solide posibile. Trebuie amintit și termenul oxiapatit, cu formula structurală de forma: $Ca_{10}(PO_4)_6O$.

Structura cristalină este reprezentată printr-o celulă elementară care, în proiecție pe planul (0001), are forma unui romb, în colțurile căruia se găsesc ionii de F^- situați pe axele senare helicoidale din centrele hexagonale. Ionii de Ca^{2+} ocupă o poziție dublă; unii sînt situați pe diagonalele lungi ale romburilor la o distanță egală cu 1/3 de la vîrf, înșirîndu-se pe axele ternare helicoidale și formînd coloane continue paralele cu axul „c". În aceste coloane fiecare ion de Ca^{2+} este legat cu 9 ioni de O^{2-}. Aceste coloane sînt legate una de alta prin intermediul unor grupe tetraedrice formînd în ansamblu un fel de canale, în interiorul cărora sînt situați ionii de F^-. Pe pereții acelorași canale sînt dispuși alți ioni de Ca^{2+} și totodată în așa fel ca de fiecare ion de F^-, la nivelul său, să fie legați 3 ioni de Ca^{2+}. La nivelele vecine poziția ionilor de Ca^{2+} în jurul ionului de F^- este rotită cu 180° încît, în ansamblu, atît aceste canale cît și întreaga structură prezintă un aspect hexagonal.

Ocurență. Apatitul apare ca mineral magmatic în ultimele faze ale etapei, prezentîndu-se sub formă de granule submicroscopice în diverse tipuri de roci eruptive; în cazuri rare se întîlnește în sienite nefelinice, sub formă de mase granulare compacte, asociat cu silicați: nefelin, sfen, uneori zircon, vezuvian. Sub formă de cristale columnare sau prismatice de dimensiuni destul de mari se găsește în pegmatite corespunzătoare rocilor eruptive acide și bazice, uneori în formațiile metasomatice de contact, în parageneză cu diverse minerale. Se mai întîlnește în filoane hidrotermale însoțind minerale ca spre exemplu casiterit, fluorină; în filoane de tip alpin se găsesc cristale de apatit columnare scurte și chiar columnare. În timpul proceselor de alterare a calcarelor bogate în fosfor, în regiunile carstice și în cavitățile rezultate prin levigare, se formează uneori acumulări de fosforite brune, care prezintă o structură concentric zonară la fel ca și la agate. Multe acumulări însemnate de fosfați de calciu localizate în anumite orizonturi stratigrafice se formează prin sedimentare marină, pe cale biochimică complexă. Fosforitele sînt reprezentate prin concrețiuni de forme foarte variate întîlnite mai rar sub formă de mase compacte în nisipuri și gresii argiloase sau glauconitice. Trebuie să mai amintim și de fosforitele formate prin acumularea excrementelor păsărilor care populează țărmurile pustii ale mărilor, în regiuni alcătuite din calcare sau din alte roci care conțin calciu. Datorită stabilității sale chimice relative, apatitul se întîlnește și în aluviuni.

În România apatitul se întîlnește ca mineral accesoriu în cele mai felurite roci: în șisturile cristaline, în granitele paleozoice, în rocile eruptive alcaline, în rocile eruptive bazice mezozoice (ofiolitice), toate din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea; în rocile banatitice din Banat și M. Apuseni; în vulcanite neogene în Carpații Orientali și M. Apuseni, în unele roci sedimentare. Cristale de dimensiuni deosebite (4—8 mm) se citează la Răzoare, Teregova, Lipova, Masivul Parîng, Ditrău.

Tabelul 202

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CaO	55,38	55,16	50,31	42,38	53,94	52,40	52,97	55,84	55,47	44,14	53,16	51,30
MnO	—	0,12	5,32	0,05	—	1,52	—	0,07	0,06	7,50	—	urme
P_2O_5	42,06	41,30	41,50	38,33	38,13	40,98	40,50	42,05	42,19	40,26	38,57	34,63
F	1,25	3,67	3,41	3,73	3,71	1,15	0,17	0,16	1,01	n.d.	0,19	3,66
Cl	2,33	0,09	—	n.d.	—	3,74	4,13	urme	—	—	0,02	n.d.
H_2O	0,56	0,01	0,28	0,28	0,47	0,06	—	1,86	1,73	2,87	1,20	2,20
CO_2	—	0,50	—	—	3,40	—	n.d.	—	—	n.d.	4,46	3,20
Rez.	—	1,29	0,65	16,90	2,27	0,75	2,43	0,25	0,60	4,32	2,28	6,93
Total	101,58	102,14	101,47	101,67	101,92	100,60	101,20	100,23	101,06	99,89	99,88	101,92
O=F, Cl	1,58	1,56	1,56	1,57	1,56	—	0,98	0,07	0,43	—	0,08	1,54
Total	100,00	100,58	99,91	100,10	100,36	100,60	100,22	100,16	100,63	99,09	99,80	100,38

1 — $Ca_5(PO_4)_3$ (F, Cl, OH), unde: F : Cl : OH=1 : 1 : 1. 2 —Fluorapatit; Faraday, Township (Ontario); FeO=0,14, Fe_2O_3=0,63, Al_2O_3=0,24, insol=0,28. 3 — Mn-fluorapatit, Varuträsk (Suedia), FeO=0,26, MgO=0,04, insol. =0,35. H_2O=0,03. 4 — Sr-fluorapatit; Tundra Hibin (U.R.S.S.), SiO_2=1,55, TR=3,22, Fe_2O_3=0,12, Al_2O_3=0,34, SrO=11,42, MgO=0,05, Na_2O=0,13, K_2O==0,07. 5 — CO_2-fluorapatit; Wheal Franco, Devonshire; MgO=0,10, Fe_2O_3=0,34, insol.=1,83.6 — F-clorapatit; Kurokura (Japonia); FeO=0,21, MgO=0,54.7 — Clorapatit; Kragerö (Norvegia); MgO=0,29, Na_2O=0,22, K_2O=0,10, SiO_2=1,16, Fe_2O_3=0,18. 8 — Hidroxilapatit; Georgia; MgO=0,10, insol=0,15. 9 — F-hidroxilapatit; Hospenthal (Elveția). 10 — Mn-hidroxilapatit; Varuträsk (Suedia); FeO=3,07, SrO=0,18, Na_2O=0,58, insol.=0,49, H_2O^-=0,31. 11 — CO_2-apatit, Mouillac (Franța); SO_3=0,05, SiO_2=0,40, Al_2O_3=0,44, Na_2O=0,77, K_2O=0,28, Fe_2O_3=0,34, H_2O^-=0,48. 12 — CO_2-fluorapatit, Milburn (Noua Zeelandă); MgO=0,41, Na_2O=0,46, K_2O=0,17, SiO_2=2,27, Al_2O_3=1,18, Fe_2O_3=2,11, FeO=0,27, TiO_2=0,06, H_2O^-=1,02.

Termenii seriei apatitului se întîlnesc în pegmatitele alcaline din Peninsula Kola, din M. Ural (în șisturi asociat crisoberilului), la Miask, Ilmen și în Tundra Hibin. În pegmatite apare în Cehoslovacia în Boemia; în R. F. Germania în Bavaria; în R. D. Germană în Saxonia; în Austria în landurile Salzburg și Tirol; în Elveția la Gletsch, la St. Gothard și Aar; în Italia în sienite la Biella în Piemonte și în pegmatite în Elba; în Spania în tufuri andezitice la Jumilla în provincia Murcia și în provincia Extremadura; în Anglia în comitatele Cornwall și Devonshire; în Suedia la Gellivara, în filoane de gabbrouri, și la Nordmark, în acumulări de magnetit; în Mexic la Cerro Mercado în provincia Durango; în S.U.A. în pegmatite în M. Apatite, în depozite de magnetit la Adirondack și în calcare cristaline la Sussex County (New Jersey).

B. Grupa piromorfitului

PIROMORFIT $Pb_5(PO_4)_3Cl$

MIMETIT $Pb_5(AsO_4)_3Cl$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m.

Relația axială: *piromorfit*: a : c=1 : 0,736; *mimetit*: a : c=1 : 0,725.

Dimensiunea celulei elementare: *piromorfit*: $a_0=9,97$; $c_0=7,32$ Å; *mimetit*: $a_0=10,24$; $c_0=7,43$ Å. Celula elementară conține $Pb_{10}(PO_4, AsO_4)_6Cl_2$. Z=2.

Habitus: cristale prismatice [0001], în general cu un număr redus de fețe dezvoltate $(10\bar{1}0)$, (0001), $(10\bar{1}\bar{1})$, rar cristale tabulare (0001) sau piramidale. Cristalele prismatice sînt ordonate deseori paralel între ele; mimetitul merge pînă la forme aciculare. Mase reniforme, granulare, columnare, structuri granulare. Forme principale pentru piromorfit: c(0001), $m(10\bar{1}0)$, $a(11\bar{2}0)$, $x(10\bar{1}1)$, $y(20\bar{2}1)$, $\pi(40\bar{4}1)$, $S(11\bar{2}1)$, $h(21\bar{3}0)$, $u(21\bar{3}1)$, pentru mimetit: c(0001), $m(10\bar{1}0)$, $d(11\bar{2}0)$, $x(10\bar{1}1)$, $s(11\bar{2}1)$, $u(21\bar{3}1)$, $h(21\bar{3}0)$, $r(10\bar{1}2)$, $y(20\bar{2}1)$, $z(30\bar{3}1)$. *Macle*: $(11\bar{2}2)$ foarte rare. *Clivaj*: $(10\bar{1}1)$ în urme. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală. $H=3^{1}/_{2}-4$. $G=7,04$ (termenul piromorfit) și 7,24 (termenul mimetit). Variază și în funcție de cantitatea de Pb^{2+} substituită prin Ca^{2+}. *Culoare*: *piromorfit*: verde, galben, brun, uneori galben-murdar, galben-oranj,

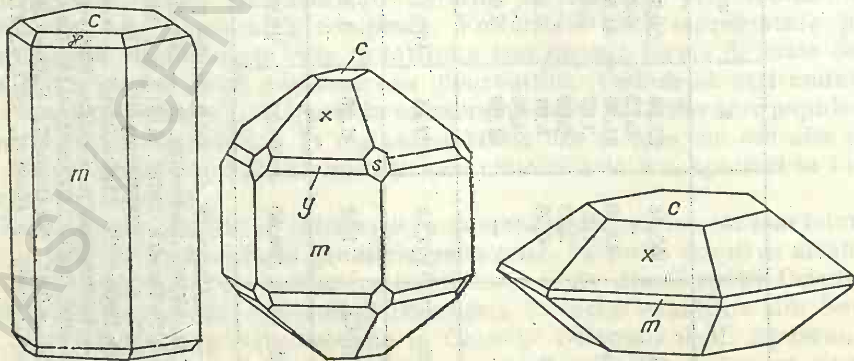


Fig. 149. Cristale de piromorfit și mimetit: c(0001); $x(10\bar{1}1)$; $m(10\bar{1}0)$; $y(20\bar{2}1)$; $s(11\bar{2}1)$.

roșu-oranj, roșu-brun, cenușiu, mai rar varietăți incolore; *mimetit*: frecvent galben-deschis, galben-brun, galben-oranj, alb sau incolor. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolor sau slab colorat cu un pleocroism foarte redus; biax negativ, $2V_\alpha = 42°$. Indicii de refracție variază în funcție de lungimea de undă (tab. 203).

Tabelul 203

Variația indicilor de refracție în funcție de lungimea de undă

λ	Piromorfit		Mimetit	
	ε	ω	ε	ω
404,66	2,144	2,131	2,263	2,239
589,30	2,058	2,048	2,147	2,128
690,75	2,041	2,030	2,124	2,106

Chimism. Cloro-fosfo-arseniat de plumb: $Pb_5(PO_4, AsO_4)_3Cl$. P^{5+} se substituie cu As^{5+} în limite largi, constituind o serie continuă; termenul cu $P > As$ este piromorfitul, iar termenul cu $As > P$ este mimetitul. Ca^{2+} substituie frecvent Pb^{2+} într-un raport $Ca : Pb = 1 : 2,1$ sau $1 : 1,1$ cînd se presupune o soluție solidă între piromorfit-mimetit și clorapatit; cînd raportul este $Pb : Ca = 1 : 1$ se individualizează termenul *hedyphan*. Deseori F^- și OH^- substituie Cl^-, de cele mai multe ori în cantități foarte mici. Fe^{2+} participă cu 1% FeO, iar Cr^{3+} este remarcat în conținuturi cu totul reduse. V^{5+} poate substitui atît P^{5+} cît și As^{5+} în mimetit, raportul fiind $V : As = 1 : 1$; TR, Sr^{2+}, Ba^{2+} și Mn^{2+} apar în urme; de asemenea în urme apare și CO_2.

Tabelul 204

Analize chimice

	1	2	3	4	5
PbO	79,81	81,19	52,64	68,46	74,58
CaO	—	0,06	12,30	8,31	—
P_2O_5	7,61	16,32	19,80	5,36	0,14
As_2O_5	10,61	0,01	4,06	12,06	23,17
Cl	2,54	2,53	1,95	2,47	2,39
Rez.	—	0,20	0,64	2,90	—
Total	100,57	100,31	100,39	99,56	100,28
O=Cl	0,57	0,57	0,44	0,56	0,54
Total	100,00	99,74	99,95	99,00	99,74

1 — $Pb_5(PO_4, AsO_4)_3Cl$, unde: $P : As = 1 : 1$. 2 — Piromorfit; Braubach; $Fe_2O_3 = 0,01$, $Al_2O_3 = 0,02$, $H_2O = 0,08$, insol. = 0,09. 3 — Ca-piromorfit; Nussières (Franța); $FeO = 2,44$, $SiO_2 = 7,20$. 4 — Mimetit (Ca și V); Mina Granada, Arqueros (Chile); $CuO = 0,96$, $V_2O_5 = 1,94$. 5 — Mimetit; Phoenixville (Pennsylvania).

Ocurență. Piromorfitul este mineral de origine aproape exclusiv exogenă, formîndu-se în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb, sub formă de cristale mărunte, în druze sau în cruste cristaline, de regulă rezultate prin levigare. Acidul fosforic provine din apele de infiltrație, care acționează în zona de oxidare asupra mineralelor de plumb. Piromorfitul formează adeseori pseudomorfoze după ceruzit și galenă; se cunosc și fenomene de natură contrarie cînd piromorfitul este substituit prin galenă la periferia cristalelor, fenomene care se produc numai în anumite condiții fizico-chimice. Ca mineral endogen se găsește în unele zăcăminte filoniene hidrotermale de temperaturi joase, formate aproape de suprafață. Mimetitul ca și piromorfitul se întîlnește în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb și zinc, însă mult mai rar. După toate probabilitățile arsenul provine din arseniuri sulfoarseniuri și sulfoarseniați prin oxidare în special din mispichel. Se citează în literatura de specialitate și posibilitatea formării lui în condiții endogene, în zăcăminte hidrotermale de temperatură scăzută, ca la Lealea în Bolivia.

În România, piromorfitul apare în zonele superioare ale unor mineralizații cu sulfuri legate de șisturi cristaline (Cojoci), de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Rușchița, Băița—Bihor) sau de cel neogen (Cavnic, Zlatna, Bucium) sau în depozite sedimentare (Poienile de sub Munte și Colțești).

Piromorfitul, asociat smithsonitului, hemimorfitului, anglezitului, malachitului, a fost întîlnit în R. F. Germania (în landurile Hessen și Baden—Würtemberg); în R. D. Germană în Saxonia; în R. S. Cehoslovacă la Příbram; în U.R.S.S. la Berezovsk în M. Ural; în Italia la Sarrabus, Gennamari și în Sardinia; în Franța la Huelgoat și Poullaouen în Bretania; în Marea Britanie în Cornwall și Cumberland; în Algeria la Djebel Mahseur; în Mexic în mina Ojuela, Mapimi; în S.U.A. în statele Pennsylvania (la Phoenixville), Georgia, Massachusetts, Idaho, New Mexico și Colorado; în Canada la Moyie.

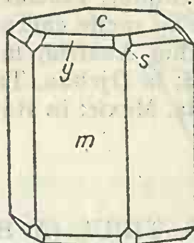
Mimetitul se întîlnește uneori asociat piromorfitului. Este determinat în R. F. Germania (Baden—Würtemberg și Hessen); în R. D. Germană (Saxonia); în R. S. Cehoslovacă (Příbram, Boemia); în U.R.S.S. (Transbaicalia); în Franța (Pontigibaud, Puy de Dôme); în Marea Britanie (Cornwall, Cumberland, Scoția); în Suedia (la Långban); în Algeria (la Sidi Rouman, Bou Thaleb, Djebel Grouz); în Namibia (la Tsumeb); în Mexic (la Santa Eulalia, în mina Ojuela, la Mapimi); în Bolivia ca impregnații în dacite (la Lomitos); în S.U.A. în statele Pennsylvania, Arizona, California, Utah și Nevada.

VANADINIT $Pb_5(VO_4)_3Cl$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m.
Relația axială: a : c=1 : 0,7122.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=10,31; c_0=7,34 Å; conține $Pb_{10}(VO_4)_6Cl_2$. Izostructural cu piromorfit—mimetit. Z=2.

Habitus: cristale prismatice [0001], deseori aciculare, grupate paralel, agregate granulare. Forme principale: c(0001), m(10$\bar{1}$0), a(11$\bar{2}$0), h(21$\bar{3}$0), x(10$\bar{1}$1), y(20$\bar{2}$1), s(11$\bar{2}$1), u(21$\bar{3}$1), r(10$\bar{1}$2), v(11$\bar{2}$2), i(21$\bar{3}$2), p(41$\bar{5}$2). *Spărtură*: neregulată sau concoidală. $H=2^3/_4-3$. G=6,88; descrește pe măsura substituirii Pb^{2+} prin Ca^{2+}. *Luciu*: semirășinos, spre semiadamantin. *Culoare*: roșu-oranj, roșu, brun-roșcat, brun, brun-gălbui, galben. *Urmă*: galbenă, alb-gălbuie.

Fig. 150. Cristale de vanadinit: c(0001); m(10$\bar{1}$0); a(11$\bar{2}$0); y(20$\bar{2}$1); s(11$\bar{2}$1); x(10$\bar{1}$1); u(21$\bar{3}$1).





Proprietăți optice. În lumină transmisă incolor sau slab colorat, cînd prezintă un pleocroism scăzut. Indicii de refracție variază în funcție de compoziția chimică și lungimea de undă folosită (tab. 205).

Tabelul 205

Proprietăți optice

λ	Vanadinit Obir (Carinthia)		As-vanadinit Hillsboro (New Mexico)	
	ε	ω	ε	ω
435,83	2,628	2,505		
589,30	2,416	2,350	2,250–2,358	2,200–2,311
690,75	2,370	2,313		

Chimism. Cloro-vanadat de plumb: $Pb_5(VO_4)_3Cl$. P^{5+} și As^{5+} se pot substitui V^{5+}, raporturile fiind P : V=1 : 4,7 și As : V=1 : 1. Ca^{2+}, Zn^{2+} și Cu^{2+} substituie Pb.

Tabelul 206

Analize chimice

	1	2	3	4	5
CaO	—	0,07	—	—	—
PbO	78,80	78,07	74,58	77,31	77,49
V_2O_5	19,26	19,10	19,49	17,66	16,98
As_2O_5	—	urme	—	2,60	3,06
P_2O_5	—	0,30	—	0,35	0,29
Cl	2,50	2,66	2,44	2,54	2,41
Rez.	—	—	3,43	—	0,48
Total	100,56	100,20	99,94	100,46	100,71
O=Cl	0,56	0,60	0,55	0,57	0,54
Total	100,00	99,60	99,39	99,89	100,17

1 — $Pb_5(VO_4)_3Cl$; 2 — Obir (Carinthia); 3 — Sierra Cordoba (Argentina); ZnO=2,91, H_2O=0,52; 4 — Hillsboro (New Mexico); 5 — Oracle (Arizona); Rez. Fe_2O_3.

Ocurență. La fel ca piromorfitul și mimetitul, vanadinitul se formează în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb și zinc, situate mai ales în rocile carbonatate. S-au întîlnit pseudomorfoze de vanadinit după piromorfit. Ca mineral secundar, asociat cu wulfenitul, ceruzitul, anglezitul limonitul sau la contactul cu rocile carbonatice, apare la Berezovsk, M. Ural, U.R.S.S.; la Obir în Carinthia, Austria; la Bena și Padru, la Sassari, Sardinia; la Djebel Mahseur, Algeria; la Djebba, Tunisia; la Sierra Cordoba, Argentina; la Zimapan și Santa Eulalia, Mexic; în statele New Mexico, Arizona, California (S.U.A.).

5. TIPUL $(A, B)_3(XO_4)_2Z_q$

A. Seria lazulitului

LAZULIT $(Mg, Fe^{\cdot})Al_2(PO_4)_2(OH)_2$

SCORZALIT $(Fe, Mg)Al_2(PO_4)_2(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,9750 : 1 : 1,6940; β=91°58′.

Dimensiunea celulei elementare: celula conține $(Mg, Fe)_2Al_4(PO_4)_4(OH)_4$. Z=2.

Tabelul 207

Dimensiunea celulei elementare (în Å)

	a_0	b_0	c_0	
Lazulit (Werfen, Austria)	7,12	7,24	7,10	β=118°55′
Lazulit (Mt. Graves, Georgia—S.U.A.)	7,14	7,27	7,16	
Lazulit (R. Churchill, Canada)	7,16	7,25	7,14	
Scorzalit (Corregо Frio, Brazilia)	7,15	7,32	7,14	

Habitus: cristale piramidale dezvoltate (111) și ($\bar{1}$11), mai puțin (101); uneori cristale tabulare ($\bar{1}$11) sau (101). Mase compacte sau granulare. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), d(011), y(103), t(101), s($\bar{1}$01), z(112), p(111), e($\bar{1}$11). *Macle*: (100) comune, lamelare, uneori polisintetice; suprafața de maclare (001) sau (100). Plan de maclă (223) mai rar, uneori (210), (021), ca plane de maclă. *Clivaj*: (110) bun, (101) slab. *Spărtură*: așchioasă sau neregulată. $H=5^1/_2-6$. $G=3{,}08$ (la termenul bogat în Mg^{2+}, $G=3{,}14$, iar la cel bogat în Fe^{2+}, $G=3{,}38$). *Luciu*: sticlos. *Culoare*: albastru-azur, albastru-clar, alb-albăstrui, verde-albăstrui. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. În lumina transmisă puternic pleocroice: α=incolor, β=albastru, γ=albastru-închis; $\alpha \wedge c=9°$, β=b. La termenul cu Mg^{2+}, α=1,604, β=1,626, γ=1,637, iar $2V_\alpha$ =69°42′; la termenul cu raportul Fe : Mg=1 : 1, α=1,626, β=1,654, γ=1,663, iar la termenul cu raportul Fe : Mg=4 : 1, α=1,639, β=1,670, γ=1,680, iar $2V_\alpha$ =58°17′. În general indicii cresc odată cu creșterea Fe^{2+}, în timp ce 2V descrește.

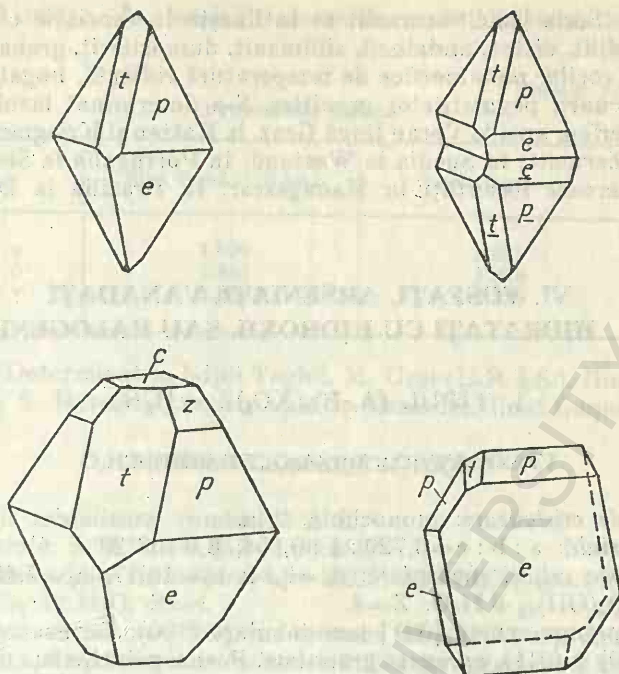


Fig. 151. Cristale de lazulit: c(001); t(101); z(112); p(111);e(1̄11).

Chimism. Fosfat bazic de aluminiu, magneziu şi fier bivalent, cu formula: $(Mg, Fe)Al_2(PO_4)_2(OH)_2$; probabil există o serie completă cu substituirea Fe^{2+} prin Mg^{2+}. Denumirile de lazulit sau scorzalit rezidă în proporţia Mg>Fe şi respectiv Fe>Mg. Un conţinut prea ridicat în Fe^{2+} este mai rar, Fe^{3+} substituie Al^{3+}, deseori $Fe_2O_3=1\%$. SiO_2 şi CaO sînt prezente ca rezultat al unor concreşteri interne.

Analize chimice *Tabelul 208*

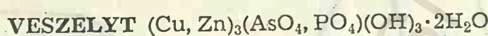
	1	2	3	4	5	6
MgO	13,34	11,97	10,38	4,23	2,93	—
FeO	—	2,80	3,95	14,74	17,06	21,53
MnO	—	n.d.	n.d.	0,11	0,10	—
CaO	—	0,08	0,06	0,02	0,03	—
Al_2O_3	33,73	32,55	32,49	30,87	30,80	30,54
Fe_2O_3	—	0,49	0,60	0,54	0,13	—
TiO_2	—	0,16	0,20	0,10	0,10	—
P_2O_5	46,97	46,12	45,79	42,90	42,67	42,53
H_2O^+	5,96	5,90	6,48	5,86	6,10	5,40
Total	100,00	100,07	99,95	99,54	99,92	100,00

1 — $MgAl_2(PO_4)_2(OH)_2$. 2 — Lazulit; Dattas (Brazilia). 3 — Lazulit; Mt. Graves (Georgia). 4 — Scorzalit; Corrego Frio (Brazilia); incluz. ZnO=0,17. 5 — Scorzalit; Victoria (Dakota de Sud). 6 — $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2$.

Ocurență. Seria lazulit-scorzalit se întîlnește în asociație cu cuarț, rutil, corindon, pirofilit, disten, andaluzit, sillimanit, dumortierit, granat și muscovit. Este specifică rocilor metamorfice de temperatură ridicată, bogate în alumină, filoanelor de cuarț, pegmatitelor granitice. S-a determinat lazulit în Austria aproape de Werfen, apoi la Vorau lîngă Graz, la Ratten și Krieglach, la Mürztal; în Elveția la Zermatt; în Suedia la Westand; în Portugalia la Sierra do Roberedo; în numeroase localități în Madagascar; în Brazilia la Dattas (Minas Geraes).

VI. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI HIDRATAȚI CU HIDROXIL SAU HALOGENI

1. TIPUL $(A, B)_3(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$


VESZELYT $(Cu, Zn)_3(AsO_4, PO_4)(OH)_3 \cdot 2H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,729 : 1 : 0,954; β=103°23′.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,84; b_0=10,17; c_0=7,48 Å; conține $(Cu, Zn)_{12}(PO_4)_4(OH)_{12} \cdot 8\,H_2O$. Z=4.
Habitus: prisme scurte [001] sau tabulare (100), forme octaedrice larg dezvoltate (100) și (011), agregate granulare. Forme principale: c(001), m(110), e(011), i(111), σ(121). *Clivaj*: (001) și (110). *H*=3,5–4. *G*=3,4. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: verde-albăstrui, albastru-închis.
Proprietăți optice. În lumină transmisă albastru-verzui; pleocroism slab: γ=albastru, α=albastru-verzui; biax pozitiv.

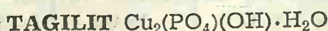
Tabelul 209

Proprietăți optice

		Arakawa (Japonia)	Banat (R. S. România)
β=b α∧c +35° +43°	α β γ $2V_\gamma$	1,618 1,622 1,658 38½°	1,640 1,658 1,695 71°

Ocurență. Determinat în Banat (R. S. România), apoi la mina Arakawa (Japonia), la Broken Hill (Rhodesia) și la Kipushi (Zair), asociat cu alte minerale secundare de cupru.

2. TIPUL $A_2(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$


TAGILIT $Cu_2(PO_4)(OH) \cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.
Habitus: mase pămîntoase, concrețiuni, mase reniforme, cristale fine fibroase. *H*=3. *G*=3,5. *Culoare*: verde-smarald, verde.

Proprietăți optice. În lumină transmisă verde-albăstrui; biax negativ, $2V_{\alpha}$ = mic.

Tabelul 210

Proprietăți optice

	Nijni Taghil (U.R.S.S.)	Banat (România)
α	1,690	1,685
β	1,840	1,820
γ	1,850	1,820

Ocurență. Determinat la Nijni Taghil, M. Ural (U.R.S.S.), fiind identificat și în Banat (R. S. România); apare apoi la Mercedes, lîngă Coquimbo (Chile).

EUCROIT $Cu_2(AsO_4)(OH)\cdot 3H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2 2 2.

Relația axială: a : b : c=0,957 : 1 : 0,582.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=10,05; b_0=10,50; c_0=6,11 Å; conține $Cu_8(AsO_4)_4(OH)_4\cdot 12\ H_2O$. Z=4.

Habitus: prisme scurte [010], rar cristale tabulare (100), striațiuni (010); cristalele arată aparent simetrie holoedrică. Forme principale: b(010), a(100), m(110), e(011), d(021), M(101), s(302), l(201). *Clivaj*: (101) și (110) slab. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală. *H*=$3^1/_2$–4. *G*=3,44. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: verde-deschis, verde-închis.

Proprietăți optice. În lumină transmisă colorat în verde-albăstrui; orientarea: α=c, β=a, γ=b; indicii de refracție: α=1,695, β=1,698, γ=1,733; biax pozitiv, $2V_{\gamma}$=29°.

Ocurență. Este întîlnit în șisturi micacee, asociat olivenitului, în Franța la Chessy.

3. TIPUL $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q\cdot xH_2O$

unde: m : p=2 : 1

CHILDRENIT $(Fe, Mn)Al(PO_4)(OH)_2\cdot H_2O$

EOSFORIT $(Mn, Fe)Al(PO_4)(OH)_2\cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,7780 : 1 : 0,5258 (childrenit Fe : Mn ~ 9 : 1); a : b : c=0,7745 : 1 : 0,5139 (eosforit Fe : Mn ~ 1 : 4).

Dimensiunea celulei elementare: a_0=10,38; b_0=13,36; c_0=6,91 Å; conține $(Fe, Mn)_8Al_8(PO_4)_8(OH)_{16}\cdot 8\ H_2O$. Z=8.

Habitus: childrenitul apare în cristale piramidale sau prisme scurte [001], mai rar cristale tabulare (010) sau (100); eosforitul în prisme scurte [001], cu striațiuni [001], grupări radiare, mase cristaline, cruste, cu structuri fibroase, mai rar masiv. Forme principale: b(010), a(100), u(140), g(120), m(110),

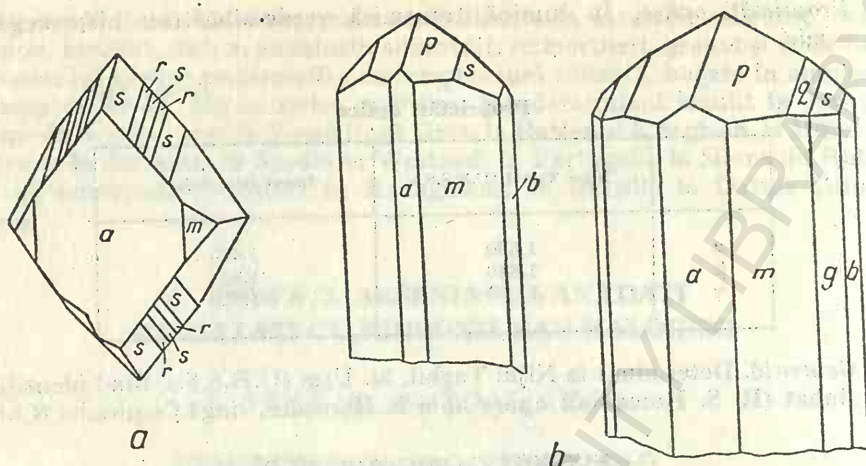


Fig. 152. Cristale de childrenit (a): —a(100); r(131); s(121); m(110) și eosforit (b): —p(111); a(100); m(110); b(010); s(121); q(232); g(120).

n(320), p(111), q(232), s(121), r(131). *Clivaj*: (100) slab. *Spărtură*: semiconcoidală sau neregulată. $H=5$. $G=3{,}25$. *Luciu*: sticlos, tendințe spre rășinos. *Culoare*: brun, brun-gălbui (pentru childrenit) și roz, roșu-roz (pentru eosforit). *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. În lumină transmisă sînt incolore; orientarea: $\alpha=b$, $\beta=a$, $\gamma=c$; biaxe negative.

Tabelul 211

Proprietăți optice

	Childrenit	Eosforit	Pleocroism
α	1,649	1,628	galben
β	1,683	1,648	roz
γ	1,691	1,657	roz-pal, aproape incolor
$2V_\alpha$	—	50°	—

Chimism. Fosfați hidratați bazici de aluminiu, fier și mangan bivalent: $(Fe^{2+}, Mn^{2+})Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$. Fe^{2+} se substituie continuu cu Mn^{2+}, determinînd o serie izomorfă, capii de serie fiind childrenitul cu raportul Fe : Mn = =3,0 : 1 și eosforitul cu raportul Fe : Mn=1 : 3,2. Prezente sînt și Ca^{2+}, Mg^{2+}, care substituie (Fe^{2+}, Mn^{2+}), precum și Fe^{3+}, care rezultă îndeosebi din oxidarea Fe^{2+}.

Ocurență. *Childrenitul* este determinat în Marea Britanie la Tavistock (Devonshire), în mina Charlotte, asociat siderozei, cuarțului, piritei, apatitului, apoi în filonașe hidrotermale la Crinnis, St. Austell, Cornwall, asociat cu zinnwaldit, turmalină, apatit, minerale argiloase, precum și în pegmatite granitice. De asemenea apare la Llallagua în Bolivia.

Eosforitul se găsește la Branchville în Connecticut (S.U.A.), asociat rodocrozitului, litiofilitului, triploiditului, în pegmatite granitice.

4. TIPUL $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, unde: m : p=7 : 4

TURCOAZĂ $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$

CALCOSIDERIT $CuFe_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: *turcoaza*: a : b : c=0,752 : 1 : 0,772; α=111°39′; β=115°23′, γ=69°26′; *calcosideritul*: a : b : c=0,791 : 1 : 0,605; α=92°58′, β=93°30′, γ= =107°49′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,48; b_0=9,95; c_0=7,69 Å (turcoază); a_0=7,66; b_0=10,18; c_0=7,88 Å (calcosiderit); conține $Cu(Al,Fe)_6 (PO)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$.

Habitus: rar sub formă de cristale, de regulă prisme scurte [001], cu c(001), b(010), M(1$\bar{1}$0) larg dezvoltate. Agregate compacte, cruste criptocristaline sau mase fin-granulare; forme stalactitice, mase concreționare. Forme principale: turcoaza: c(001), b(010), a(100), m(110), M(1$\bar{1}$0); calcosideritul: c(001), b(010), a(100), m(110), M(1$\bar{1}$0), d(2$\bar{3}$0), g(1$\bar{3}$0), u($\bar{1}$11). *Clivaj*: (001) perfect, (010) bun. *Spărtură*: concoidală în probele masive. *H*=5–6 (turcoază); $4^1/_2$ (calcosiderit). *G*=2,6–2,8 (turcoază); 2,84 (calcosiderit). *Luciu*: sticlos pe cristale, mat în mase friabile. *Culoare*: turcoaza este în agregate masive albastră, verde-albăstruie, verde-clar, cenușiu-verzuie; calcosideritul este îndeosebi verde-închis. *Urmă*: albă, verde sau verde-pal.

Proprietăți optice. *Turcoaza*: indicii de refracție în λ_{Na}: α=1,610, β=1,620, γ=1,650; $2V_\alpha$=40°; *calcosideritul*: indicii de refracție în λ_{Na}: α=1,775, β=1,840, γ=1,844; $2V_\alpha$=22°.

Chimism. Fosfați hidratați bazici de cupru, aluminiu și fier trivalent: $Cu(Al, Fe)_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4 H_2O$. Varietatea turcoază are $Al > Fe^{3+}$, iar calcosideritul $Fe^{3+} > Al$. Cu^{2+} poate fi substituit prin Fe^{2+}, raportul fiind $Fe^{2+} : Cu$= =1 : 1,26.

Tabelul 212

Analize chimice

	1	2	3	4
CuO	9,78	8,57	8,15	8,06
FeO	—	—	—	—
Al_2O_3	37,60	35,03	4,45	—
Fe_2O_3	—	1,44	42,81	48,56
P_2O_5	34,90	34,18	29,93	28,77
H_2O	17,72	19,38	15,00	14,61
Rez.	—	0,93	0,61	—
Total	100,00	99,53	100,95	100,00

1 — $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4 H_2O$. 2 — Turcoază; Lincoln County (Nevada). 3 — Calcosiderit; Wheal Phoenix (Cornwall); rez. insol. As_2O_5. 4 — $CuFe_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4 H_2O$.

Ocurență. Este un mineral secundar, asociat limonitului, calcedoniei, caolinitului, format prin transformarea la suprafață, de regulă în regiuni aride, a rocilor eruptive sau sedimentare bogate în aluminiu. Turcoaza apare

în roci de tipul trahitelor, probabil, ca mineral rezultat din transformarea apatitului şi a sulfurilor de cupru. Varietăţi de calitate superioară se găsesc în Iran, la Ali-Mirsa-Kuh şi la Maden; în Peninsula Sinai la Wadi Maghara; în U.R.S.S. în Siberia şi în R. S. S. Turkmenă; în Etiopia la Angolola; în Franţa la Montebras, unde este formată prin alterarea ambligonitului în pegmatite; în S.U.A. la Lynch Station (Virginia), la Santa Fe (New Mexico), lîngă Leadville (Colorado), la Courtland (Arizona), la Itahaca Peak, Mineral Park, Castle Dome (Nevada) şi în California; în Anglia la Wheal Phoenix (Cornwall).

5. TIPUL $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$

WAVELLIT $Al_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 5H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relaţia axială: a : b : c=0,564 : 1 : 0,408.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,62; b_0=17,34; c_0=6,99 Å; conţine $Al_{12}(PO_4)_8(OH)_{12} \cdot 20\,H_2O$. Z=4.

Habitus: rar sub formă de cristale, prisme lungi [001], cu (110), cu striuri [001], agregate globulare, structuri radiar-fibroase, structuri stelare, cruste cristaline, mase stalactitice, rar mase opalescente. Forme principale: c(001), b(010), a(100), n(340), m(110), l(430), N(210), h(310), p(101), s(111), o(121). *Clivaj*: (110) perfect, (101) şi (010) bun. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală. $H=3^1/_4-4$. G=2,36–2,37. *Luciu*: sticlos, tinde spre sidefos, răşinos. *Culoare*: alb-verzui, verde, galben, uneori galben-brun, brun, brun-negru, albastru, alb sau chiar incolor. *Urmă*: albă.

Proprietăţi optice. În lumină transmisă incolor; biax pozitiv, $2V_\gamma \sim 71°$; pleocroic: α=verzui, γ=galben. Indicii de refracţie variază cu substituirea Al^{3+} prin Fe^{3+} şi a OH prin F; orientarea: α=b, β=a, γ=c.

Tabelul 213

Proprietăţi optice

	Cernovice (R. S. Cehoslovacă)	Hellertown (S.U.A.)	Trenice (R. S. Cehoslovacă)
α	1,535	1,525	1,520
β	1,543	1,535	1,526
γ	1,561	1,550	1,545

Ocurenţă. Apare ca mineral secundar în acumulări cu aluminiu, în general în roci de metamorfism de temperatură joasă; în depozite de fosfaţi şi foarte rar ca mineral hidrotermal.

În R. S. România apare ca mineral supergen în unele zăcăminte de contact din provincia banatitică (Gladna Română) sau hidrotermale, legate de magmatismul neogen (Cavnic).

În alte ţări se întîlneşte la Cernovice, Zeleznik (Boemia, R. S. Cehoslovacă); la Montebras (Creuse, Franţa); în R. D. Germană (Saxonia); în R. F. Germania (Hessen, Baden — Würtemberg); în Marea Britanie (Devonshire, Cornwall); în Bolivia (la Llallagua, Oruro şi Potosi); în S.U.A. în Pennsylvania (la General Trimble's), în Arkansas şi Alabama.

STERRETTIT $Al_6(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 5H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2 2 2.

Relația axială: a : b : c=0,8662 : 1 : 0,5325; β=90°45′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,45; b_0=10,25; c_0=8,93 Å; conține $Al_{12}(PO_4)_8(OH)_{12} \cdot 10\ H_2O$.

Habitus: prismatic [100], (100), cu striuri diagonale. Forme principale: b(010), a(100), m(110), w(011), d(101). *Macle*: (001) plan principal de maclare, (031) plan secundar. *Clivaj*: (110) slab, (100) și (001) foarte slab. $H \sim 5$. G=2,44–2,47. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: gălbuie.

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolor; orientarea: α=a, β=b, γ=c; indicii de refracție: α=1,572, β=1,590, γ=1,601; biax negativ, $2V_\alpha$=60°.

Ocurență. A fost determinat prima dată în România la Baia Sprie și descris sub numele de „eggonit", cu $2V_\alpha$=60°34′, β=1,5901, clivaj după (100), în filoane hidrotermale polimetalice legate de magmatismul neogen. Ca noduli apare la Fairfield, Utah, S.U.A.

6. TIPUL $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, unde m : p=3 : 2

Grupa torbernitului și grupa metatorbernitului

Mineralele din aceste grupe au formula generală: $A(UO_2)_2(XO_4)_2 \cdot n\ H_2O$, unde: A=Cu, Ca, Ba sau Mg, Fe^2, K; X=P, As, V.

Structura lor deosebit de interesantă se caracterizează prin tipul clasic de structură stratificată. Pachetele sînt reprezentate evident prin două plane de grupe (XO_4), legate între ele prin cationi U^{6+}, înconjurați prin 6 ioni de oxigen. Între aceste plane pot fi dispuși cationii bivalenți de tipul Cu^{2+}, Ca^{2+}, Ba^{2+} și molecule de H_2O. Datorită tensiunii scăzute a vaporilor din aer, varietățile bogate în apă se deshidratează, fenomen care se intensifică prin încălzire. În raport cu această schimbare și unele proprietăți fizice ale acestor minerale, mai ales greutatea specifică și indicii de refracție, se mofidică. Toate speciile minerale din aceste grupe prezintă culoare galbenă sau verde-strălucitoare, luciu sidefos pe suprafețele de clivaj, duritate relativ mică, solubilitate ușoară în acizi și radioactivitate puternică. Aproape toate mineralele din această grupă se întîlnesc în aceleași condiții în zonele de oxidare ale zăcămintelor de uraniu. Concentrațiile însemnate ale acestor minerale prezintă importanță practică ca sursă de uraniu, radiu, uneori vanadiu.

TORBERNIT $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8\text{—}12H_2O$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 2,90.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,06; c_0=20,50 Å; conține $Cu_2(UO_2)_4(PO_4)_4 \cdot 16\text{—}24\ H_2O$. Z=2.

Habitus: tabular (001), rar piramidal. Agregate subparalele, mase foioase, micacee. Forme principale: c(001), a(100), m(110), o(013), e(011), l(112), p(111). *Macle*: (110) rare. *Clivaj*: (001) perfect, de tip micaceu, (100) foarte slab. $H=2-2^1/_2$. G=3,22. *Luciu*: sticlos sau semiadamantin, sidefos (001). *Culoare*:

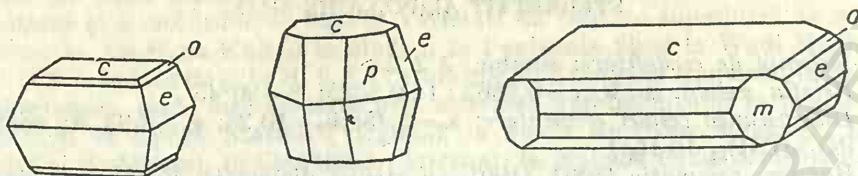


Fig. 153. Cristale de torbernit: c(001); e(011); o(013); p(111); m(110).

verde de smarald, verde-gras, verde-închis, verde-clar. *Urmă*: verde-pal spre incolor.

Proprietăți optice. Colorat în tonuri de verde, pleocroic: ε=albastru-clar, ω=verde; indicii de refracție: $\varepsilon=1,592$, $\omega=1,582$; variază în funcție de numărul de molecule de apă în constituția cristalină; uniax negativ.

Chimism. Fosfat hidratat de cupru și uranil; $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8-12\ H_2O$. Se remarcă substituirea P prin As, raportul fiind As : P=1 : 6,8. Pb^{2+} apare ca substituent al Cu^{2+}, raportul fiind Pb : Cu=1 : 6,8. V, Ba, Mn apar ca elemente minore determinate spectrografic. Conținutul în H_2O este determinat de gradul de umiditate și temperatura mediului și variază între 8 și 12 molecule.

Tabelul 214

Analize chimice

	1	2	3	4
CuO	7,88	8,48	7,73	7,15
PbO	—	—	—	2,95
UO_3	56,65	61,00	57,03	60,35
P_2O_5	14,06	15,14	14,50	14,42
As_2O_5	—	—	—	—
H_2O	21,41	15,37	20,30	14,31
Rez.	—	—	0,59	1,69
Total	100,00	100,00	100,15	100,87

1 — $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$. 2 — $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$. 3 — Leupoldsdorf (Bavaria); rez. SiO_2. 4 — Shaba (R. Zair); (metatorbernit?); $(Fe, Al)_2O_3=0,88$, Te=0,63, MoO_3-urme.

Ocurență. Se formează în pegmatite și în zonele de oxidare ale zăcămintelor hidrotermale de uraniu, wolfram, staniu etc., care conțin în minereurile primare diverse minerale de uraniu și fosfor. De obicei se găsește în cantități mici pe pereții fisurilor și cavităților formate prin levigare, frecvent pe limonit, uneori asociat cu autunitul și alte minerale secundare care conțin uraniu. Apare în R.D.Germană la Johanngeorgenstadt și Schneeberg (Saxonia); în Anglia (Cornwall); în Spania la Cacères (Extramadura); în nord—vestul Portugaliei la Vizeu; în R. Zair la Kasolo, Shinkolobwe; în Australia de Sud la Mt. Painter, Flinders Range. În S.U.A. se găsește în pegmatite la Haddam Neck (Connecticut), la Hannibal, lîngă Terry, lîngă Keystone, în Pennington County (Dakota de Sud), la Sal (Utah) și în Colorado.

AUTUNIT $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10-12H_2O$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 2,952.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,99$; $c_0=20,63$ Å; conține $Ca_2(UO_2)_4(PO_4)_4 \cdot 20-24\,H_2O$. Z=2.

Habitus: cristale tabulare (001), simetrie tetragonală, agregate foioase, cruste cristaline. Forme principale: c(001), a(100), m(110), l(120), d(011), p(111), q(112). *Macle*: (110). *Clivaj*: (001) perfect, (100) foarte slab. $H=2-2^1/_2$. $G=3,1-3,2$. *Luciu*: sticlos, sidefos (001). *Culoare*: galben de lămîie, galben de sulf, galben-verzui, verde-pal. *Urmă*: gălbuie.

Proprietăți optice. Orientarea: $\alpha=c$; indicii de refracție: $\alpha=1,553-1,556$, $\beta=1,575-1,580$, $\gamma=1,577-1,578$; pleocroic: α=galben-pal, incolor, β=galben-închis, galben, γ=galben-închis, galben; biax negativ.

Chimism. Fosfat hidratat de calciu și uranil: $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10-12\,H_2O$. Cantități mici de Ba^{2+} și Mg^{2+} substituind Ca^{2+}, V, Pb, elemente determinate în urme. Conține 10 pînă la 12 molecule de apă.

Tabelul 215

Analize chimice

Oxizi %	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 12\,H_2O$	Autun (Franța)	Leupoldsdorf (Bavaria)
CaO	5,69	5,31	6,01
UO_3	58,00	60,84	60,62
P_2O_5	14,39	13,40	14,52
H_2O	21,92	20,33	18,47
Total	100,00	99,88	99,62

Ocurență. Se formează în zone de oxidare a zăcămintelor, care conțin minerale de uraniu, în filoane de pegmatite prin alterarea uraninitului. Determinat prima dată în Franța la Saint-Simphorien, lîngă Autun, în departamentul Saône-et-Loire. Mai apare în Portugalia în districtul Setúbal, la Guarda și Vizeu; în R. D. Germană în Saxonia la Johanngeorgenstadt; în R. F. Germania în Bavaria; în Anglia în comitatul Cornwall la Redruth și St. Austel; în Republica Zair în provincia Shaba; în Australia de Sud se găsește în pegmatite la Mt. Painter, Flinders Range; în S.U.A. în statele New Hampshire, New York, Utah și Carolina de Nord.

TYUYAMUNIT $Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 5-8H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială: a : b : c=0,557 : 1 : 0,428.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10,40$; $b_0=8,26$; $c_0=20,4$ Å.

Habitus: tabular (001) sau alungit [100], agregate radiare, masiv, criptocristalin, uneori pulverulent. *Clivaj*: (001) perfect, (010) fibros, (100) slab. $H \sim 2$. *G* variază în funcție de cantitatea de apă (3,67—4,35). *Luciu*: adamantin pe cristale, sidefos (001), mat pe material masiv. *Culoare*: galben-deschis, galben de lămîie, galben-verzui, datorită amestecului cu impurități de Cu^{2+}.

Proprietăți optice. În lumină transmisă incolor, galben-pal; slab pleocroic: α=aproape incolor, β=galben-deschis, γ=galben; orientarea: $\alpha = c$, $\beta = b$, $\gamma = a$.

Tabelul 216

Proprietăți optice

	Red Creek (Utah)	Mt. Henry (Utah)	Paradox Valley (S.U.A.)
α	1,670	1,720	1,750—1,800
β	1,870	1,868	1,927—1,932
γ	1,895	1,953	1,965—1,968
2V	36°	48°	48°

Ocurență. Împreună cu alte minerale de origine exogenă, tyuyamunitul se întîlnește în porțiunile superficiale ale zăcămintelor care conțin uraniul Se formează și în prezența materiilor organice de care sînt în general frecvent legate mineralele de vanadiu. Este de asemenea foarte posibil ca tyuyamunitul să se poată forma și din carnotit, în rocile sedimentare, în urma acțiunii exercitate în apele care conțin bicarbonat de calciu. Apare în U.R.S.S. la Tiuia Muiun în depresiunea Fergana, R. S. S. Turkmenă, apoi în S.U.A. în statele Colorado, Utah și Arizona.

CARNOTIT $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Dimensiunea celulei elementare: cristale artificiale monoclinice; $a_0 = 6,590$; $b_0 = 8,403$; $c_0 = 10,430$ Å; $\beta = 104°12'$; conține $K_4(UO_2)_4(VO_4)_4$, substanță izostructurală cu modificația hidratată.

Habitus: mase pulverulente, agregate microcristaline; compact sau diseminat, rar cristale imperfecte, uneori turtite (001), sub microscop conture romboedrice (110), cu $(110) \wedge (1\bar{1}0) \sim 78°$. *Clivaj*: (001) perfect. *Luciu*: mat pentru varietățile pămîntoase, uneori sidefos pentru formele cristaline. *Culoare*: galben, galben de lămîie, uneori galben, verde.

Proprietăți optice. Ușor pleocroic: α=aproape incolor, β=galben-deschis, γ=galben-deschis; orientarea: $\alpha = c$, $\beta = b$, $\gamma = a$; indicii de refracție: $\alpha = 1,750$, $\beta = 1,925$; $\gamma = 1,950$; $2V_\alpha \sim 40-50°$. Indicii variază în raport cu conținutul în apă.

Ocurență. Este răspîndit în pătura de alterare a rocilor sedimentare, mai ales în gresiile bogate în resturi organice. În gresiile cu vanadiu de vîrstă jurasică apare în statele Utah și Colorado, la Montrose, S.U.A.; în gresiile calcaroase în R. Zair.

VII. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI CU ANIONI SUPLIMENTARI

PITTICIT $Fe_2O_3 \cdot As_2O_3 \cdot SO_3 \cdot H_2O$

Masiv, mase reniforme, stalactitice, cruste opalescente, mase pămîntoase, izotrop. *H* și *G* depind de gradul de transformare și de conținutul în apă. $H \sim 2-3$. $G \sim 2{,}2-2{,}5$. *Spărtură*: pămîntoasă, uneori concoidală. *Luciu*: sticlos, mat sau gras. *Culoare*: galben, brun-roșcat, brun, brun-negru, roșu, galben, cenușiu, uneori alb. *Urmă*: galbenă.

Proprietăți optice. Ușor colorat în galben, brun-roșcat. Izotrop; n=1,635.

Ocurență. În R. S. România se găsește la Baia Sprie. Apare ca mineral secundar în R. D. Germană la Freiberg, Schneeberg și Saalfeld; în Cehoslovacia la Ioachimov și Příbram; în S.U.A. în Nevada.

SILICAȚI

H																	
Li	Be	B													O	F	
Na	Mg	Al	Si												S	Cl	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe		Ni	Cu	Zn						
		Y	Zr										Sn				
Cs	Ba	La Lu	Hf										Pb	Bi			
			Th		U												

CARACTERE GENERALE

În clasa silicaților intră un mare număr de minerale, care alcătuiesc aproape o treime din numărul total al mineralelor cunoscute în natură. Silicații constituie 75% din scoarța terestră. Dacă mai adăugăm aici diferitele forme mineralogice de silice, care reprezintă 12% din scoarța terestră, va reieși clar rolul excepțional pe care îl joacă aceste minerale. Mulți silicați sînt minerale constitutive ale rocilor, apărînd în toate rocile magmatice, în formațiile metasomatice de contact, în multe roci sedimentare și în diverse șisturi cristaline. Ei au un rol important și în compoziția mineralogică aproape a tuturor zăcămintelor de substanțe minerale utile, nu numai ca însoțitori ai mineralelor metalifere, ci conținînd de multe ori elemente utile ca Ni, Zr, Be, Li, Cs, Rb, U, TR etc. Se cunosc multe substanțe minerale utile nemetalifere reprezentate prin silicați, ca spre exemplu: asbestul, caolinul, feldspații etc. O altă serie de silicați sînt folosiți de mult timp ca pietre prețioase și semiprețioase ca de exemplu: smaraldul, aquamarinul, turmalina, topazul, rodonitul, nefritul etc.

Cu tot numărul mic al elementelor principale, care intră în compoziția silicaților, constatăm în natură o variabilitate neobișnuită a compușilor, deseori cu structură extrem de complexă și cu o compoziție variabilă.

Există un număr mic de minerale a căror compoziţie chimică este exprimată prin formule chimice destul de simple; în cele mai multe cazuri, datele analizelor chimice evidenţiază pentru unele minerale o mare complexitate chimică. Acest fapt nu poate fi explicat prin lipsa de precizie a analizelor chimice sau prin prezenţa unor amestecuri de minerale străine incluse în timpul cristalizării, ci îndeosebi prin particularităţile cristalochimice ale acestor compuşi.

De problema constituţiei chimice a silicaţilor s-au ocupat savanţi eminenţi ca Vernadschi, Tschermak, Groth, Clarke, iar în ţara noastră V. C. Buţureanu. Ei au încercat să rezolve această problemă, prin compararea meticuloasă a formulelor empirice ale mineralelor — ţinînd seamă de valenţele diverselor elemente —, prin studiul comportării mineralelor în natură şi mai ales a produselor lor de alteraţie etc., ajungîndu-se astfel la descoperirea multor legi empirice.

Bazîndu-se pe proprietăţile fizice — clivaj, greutate specifică etc. — unii mineralogi au împărţit mineralele silicatate în: silicaţi lamelari, silicaţi fibroşi, silicaţi grei, silicaţi uşori.

Clasificarea chimică iniţială se baza pe existenţa ipotetică a unor diverşi acizi silicici, din care se deduceau tipuri de minerale aparţinînd ortosilicaţilor, metasilicaţilor, bi-tri-polisilicaţilor, toţi caracterizaţi prin anumiţi radicali acizi.

Problema silicaţilor a fost rezolvată mai tîrziu prin studiul acestora cu ajutorul razelor X. Locul vechilor formule chimice l-au luat în prezent formulele structurale.

La baza structurii silicaţilor se găseşte grupa tetraedrică $[SiO_4]^{4-}$, deci fiecare ion de Si^{4+} este înconjurat de 4 ioni de O^{2-}, situaţi în colţurile unui tetraedru. Caracteristică silicaţilor este posibilitatea asocierii grupărilor fundamentale în diferite moduri, conducînd la structuri foarte variate. Astfel, în structura cristalului pot apărea grupări izolate de SiO_4, legate între ele prin alţi cationi sau mai multe astfel de grupări legate prin oxigeni comuni în complexe finite (inele) sau în complexe infinite (lanţuri, plane, construcţii tridimensionale). Cationul de Si^{4+} are o rază foarte mică de 0,39 Å, iar anionul de O^{2-} are o rază mare de 1,32 Å. Distanţa Si—O este de 1,71 Å, iar distanţa O—O este de 2,64 Å. Legătura între grupele tetraedrice se face totdeauna prin intermediul oxigenului şi numai prin colţurile tetraedrilor şi nu prin muchii sau prin feţe.

STRUCTURĂ ŞI CLASIFICARE

a) **Silicaţi cu grupări tetraedrice izolate de SiO_4 (nezosilicaţi).** Această clasă cuprinde silicaţi cu anionul complex reprezentat prin tetraedri de $[SiO_4]^{4-}$, care sînt legaţi în reţea cu ajutorul cationilor altor metale. În silicaţii de acest tip un rol important îl au cationii Mg^{2+}, Fe^{2+}, Ca^{2+}, (Mn^{2+}), Al^{3+}, Fe^{3+}, Ti^{4+}, Zr^{4+}, Th^{4+}, (Nb^{5+}); ei corespund grupei naturale a silicaţilor grei, fără clivaj bun, iar după clasificarea chimică ar fi ortosilicaţi. Ionii de oxigen formează o structură hexagonală aproape compactă, de simetrie rombică pseudohexagonală, în spaţiile libere ale structurii fiind aşezaţi ionii de siliciu şi cationii altor metale, în coordonare tetraedrică respectiv octaedrică. Alcaliile Na^+ şi K^+ apar numai cu totul excepţional, iar Al^{3+} nu intră niciodată în reţeaua anionului în coordonare 4, înlocuind poziţiile ocupate de Si^{4+}.

Din această clasă de minerale fac parte: mineralele din seria olivinei, zirconul, granații, fenacitul, vilemitul, andaluzitul, topazul, staurolitul, titanitul etc.

b) Silicați cu grupe de doi tetraedri de SiO_4 (sorosilicați). În această clasă cei doi tetraedri de siliciu-oxigen sînt legați printr-un ion de oxigen comun, care este situat între doi ioni de siliciu; radicalul este reprezentat prin $[Si_2O_7]^{6-}$. Ionul de oxigen așezat în colțul comun este inert din punct de vedere electrostatic. Exemple de minerale care indică astfel de structuri sînt: thortveititul, mineralele din grupa melilitului, calamina (hemimorfit), ilvaitul etc.

Structuri mixte de nezo- și sorosilicați sînt prezente la vezuvian, la mineralele din grupa epidotului și din grupa melilitelor.

c) Silicați cu grupe inelare de 3, 4 și 6 tetraedri de SiO_4 (ciclosilicați). În clasa silicaților inelari, tetraedri de siliciu-oxigen sînt legați prin două colțuri (doi ioni de oxigen comuni). Complexul anionic aparținînd inelului constituit din trei tetraedri este $[Si_3O_9]^{6-}$ și se întîlnește la wollastonit, benitoit etc. Inelul de patru tetraedri prezintă radicalul anionic de forma $[Si_4O_{12}]^{8-}$ și apare la axinit, apofilit etc. Complexul inelar constituit din șase tetraedri este de forma $[Si_6O_{18}]^{12-}$ și apare în structura berilului. Inelele hexagonale în structurile cristaline apar suprapuse în așa fel încît determină canale largi, prin care sînt orientate axele senare. În aceste canale se găsesc incluși cationi, molecule de apă, anioni suplimentari etc. Structuri asemănătoare mai prezintă și cordieritul, turmalina etc.

d) Silicați cu tetraedri de SiO_4 legați în formă de lanțuri (inosilicați). Tetraedri de SiO_4 sînt legați în formă de lanțuri infinite simple sau duble, prin intermediul unor ioni de oxigen. Înlănțuirea se poate face prin repetarea

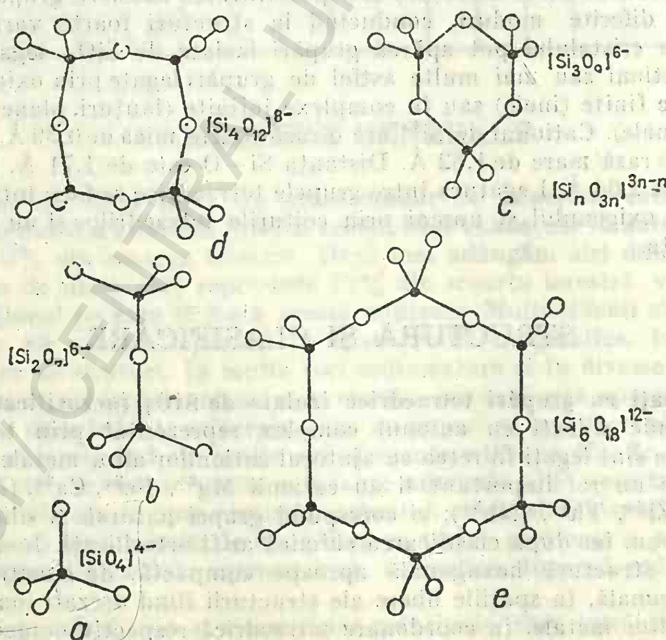


Fig. 154. Structura silicaților de tip nezosilicați (a), sorosilicați (b) și ciclosilicați (c, d, e).

simplă unilaterală sau alternativă a tetraedrilor sau chiar prin repetarea unor grupe liniare spirale sau arcuite de 3, 4, 5, 6 și chiar 7 tetraedri.

Structura piroxenilor este reprezentată prin lanțuri infinite simple de tetraedri de SiO_4, care se leagă unii de alții prin cîte un ion de oxigen comun, de o parte și de alta a fiecărui tetraedru; valențele acestor ioni de oxigen sînt folosite pentru alcătuirea lanțului de tetraedri, iar ceilalți doi ioni de oxigen ai grupului SiO_4 prezintă cîte o valență liberă, care poate fi neutralizată prin cationii de Mg^{2+}, Na^{+}, Ca^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+} etc. La piroxeni, doi ioni de oxigen din fiecare tetraedru de siliciu și oxigen aparțin în întregime unui ion de siliciu, iar ceilalți doi ioni (inerți) par să se împartă între doi tetraedri vecini. În consecință, fiecărui ion de siliciu îi revin 3 ioni de oxigen, din care doi au fiecare cîte o valență liberă. Compoziția și valența complexului anionic pot fi exprimate prin $[SiO_3]^{2-}_{\infty}$. Exemple de minerale cu această structură sînt cele din grupa orto- și clinopiroxenilor: enstatit, hipersten, augit, diopsid etc.

Structura amfibolilor este caracterizată prin benzi infinite duble de tetraedri de SiO_4, cu ochiuri hexagonale, formate din alăturarea a două lanțuri simple, legate din doi în doi tetraedri printr-un al treilea oxigen comun. Prin valențele libere, aceste lanțuri duble se leagă cu alte benzi prin diverși ioni metalici. În spațiile hexagonale este loc pentru ionii de OH^- și de F^-. Formula acestui complex anionic este $[Si_4O_{11}]^{6-}_{\infty}$, ea fiind mai complicată în raport cu cea a piroxenilor. În formula amfibolilor se observă că o parte din tetraedri de SiO_4 pot fi înlocuiți prin tetraedri de AlO_4. Această structură este indicată de mineralele din grupa orto- și clinoamfibolilor: antofilit, hornblendă, actinot, tremolit, riebekit etc.

e) **Silicați constituiți din tetraedri reuniți prin 3 ioni comuni de oxigen, formînd rețele plane infinite cu ochiuri hexagonale (filosilicați).** Alcătuirea acestor radicali stratificați se realizează prin legarea tetraedrilor de SiO_4 prin

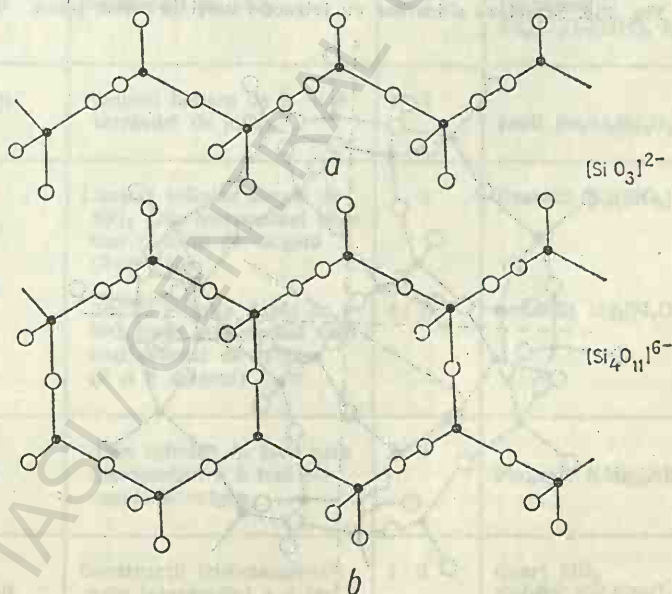


Fig. 155. Tipuri structurale de silicați cu tetraedri legați în lanț:
a) lanțuri infinite simple; b) lanțuri infinite duble.

trei colţuri comune, determinînd o reţea plană infinită asemănătoare cu o reţea hexagonală. Ionii de oxigen activi sînt orientaţi toţi într-o singură direcţie, formînd o reţea plană activă deosebită de cea constituită din tetraedri de SiO_4. Complexul anionic al unei astfel de reţele plane se exprimă în $[Si_2O_5]^{2-}_{\infty}$. Deseori, tetraedri de siliciu-oxigen se înlocuiesc parţial prin tetraedri de AlO_4. Prin intermediul reţelei plane de ioni activi de oxigen fiecare reţea de acest fel este legată într-un fel sau altul, prin cationii metalelor, cu alte reţele plane, absolut analoage ca alcătuire. În această clasă structurală intră minerale ca: pirofilit, talc, mice, clorite, montmorillonit, caolinit, serpentină etc.

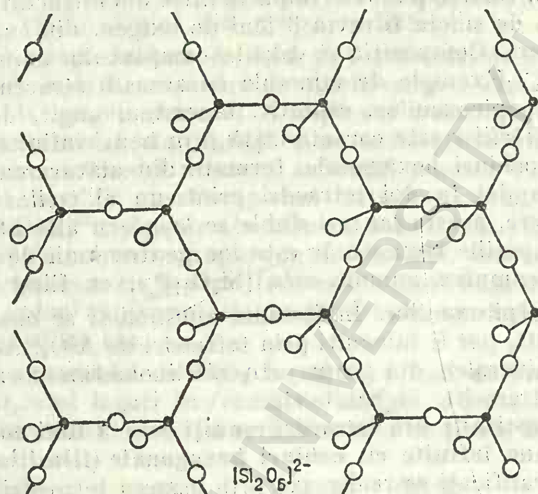
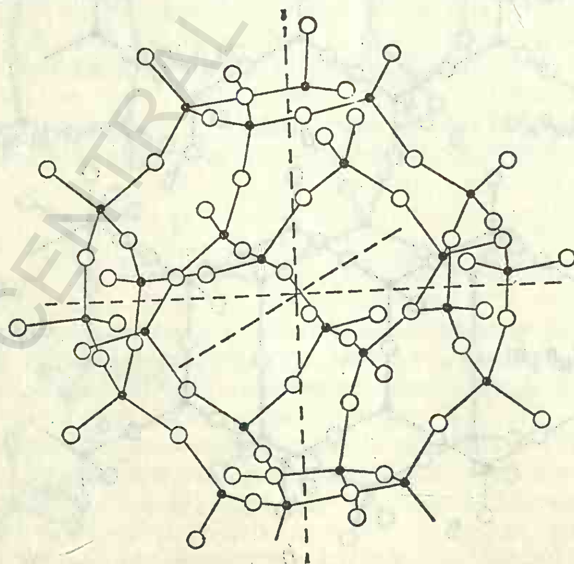


Fig. 156. Structura silicaţilor cu tetraedri uniţi în reţele plane.


Fig. 157. Structura silicaţilor cu tetraedri uniţi în reţele tridimensionale.

f) Silicaţi formaţi din reţele tridimensionale de tetraedri SiO_4 (tectosilicaţi). În structurile cristaline ale tectosilicaţilor, tetraedri de siliciu şi oxigen se leagă între ei prin toate cele patru colţuri ale tetraedrului. Fiecare ion de oxigen aparţine concomitent la doi tetraedri. Nu există nici un colţ de tetraedru, care să aibă un ion de oxigen activ. O asemenea reţea este caracteristică mineralelor din grupa cuarţului. Aceste reţele pot servi însă şi unor minerale silicatate, caz în care o parte din tetraedri de SiO_4 sînt înlocuiţi prin tetraedri de AlO_4. Complexul anionic al acestor structuri este de forma: $[(Si_{n-x}Al_x)O_{2n}]^{x-}_{\infty}$. În această situaţie anionul devine încărcat cu sarcini electrice negative, care urmează să fie neutralizate prin cationii metalelor monovalente sau bivalente cu dimensiuni mari ale razelor lor. Aceşti cationi se plasează în golurile respective ale reţelei.

În această structură cristalizează feldspaţii, feldspatoizii şi zeoliţii. Cationii care compensează valenţele negative create aparţin metalelor alcaline Na^+, K^+ şi alcalinoteroase, Ca^{2+}, Ba^{2+} — cationi mari, care încap foarte bine în golurile reţelei. Mineralele cuprinse în această structură sînt nefelinul, leucitul, ortoza, microclinul, albitul, anortitul, cancrinitul, sodalitul, scapolitul, zeoliţii etc.

Clasificarea structurală a silicaţilor *Tabelul 217*

Clasificarea	Legătura tetraedrilor	Si : O	Exemple
Nezosilicaţi	Tetraedri de SiO_4 independenţi	1 : 4	Forsterit $Mg_2[SiO_4]$
Sorosilicaţi	2-tetraedri de SiO_4	2 : 7	Hemimorfit $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$
Ciclosilicaţi	Grupări inelare de 3, 4, 6 tetraedri de SiO_4	1 : 3	Beril $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$
Inosilicaţi	Lanţuri infinite simple de SiO_4 prin intermediul unor ioni comuni de oxigeni (2-oxigeni).	1 : 3	Enstatit $Mg[SiO_3]$
	Lanţuri infinite duble de SiO_4 prin intermediul unor ioni comuni de oxigen (2 şi 3 oxigeni)	4 : 11	Antofilit $Mg_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$
Filosilicaţi	Plane infinite de SiO_4 prin intermediul a 3 ioni comuni de oxigen	2 : 5	Flogopit $KMg_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2$
Tectosilicaţi	Construcţii tridimensionale prin intermediul a 4 ioni comuni de oxigen	1 : 2	Cuarţ SiO_2 Nefelin $Na[AlSiO_4]$

Tabelul 218

Relaţiile structură-greutate specifică la mineralele magneziene silicatate

Tip structural	Mineral	H
Nezosilicat	Forsterit $Mg_2[SiO_4]$	3,22
Inosilicat (lanţ simplu)	Enstatit $Mg[SiO_3]$	3,18
Inosilicat (lanţ dublu)	Antofilit $Mg_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$	2,96
Filosilicat	Talc $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$	2,82

Sarcina electrică a anionului complex este determinată de numărul şi sarcinile celorlalţi ioni prezenţi în structură. Sarcina anionului simplu SiO_4 este $4+4(-2)=-4$, a unităţii Si_2O_7 este -6, a unităţii SiO_3 este -2, a unităţii Si_4O_{11} este -6, a unităţii Si_2O_5 este -2 şi a unităţii SiO_2 este zero.

Studiul structurilor cristaline ale silicaţilor cu ajutorul razelor X a permis să se rezolve poziţia Al^{3+} în reţelele unor silicaţi. Astfel, în structurile cristaline Al^{3+} are un dublu rol sau este un component al anionului complex, găsindu-se la fel ca şi Si^{4+} înconjurat de 4 ioni de O^{2-}, sau sub formă de cation izolat, singur sau împreună cu cationii altor metale care neutralizează sarcina negativă a anionilor, cînd este înconjurat de 6 ioni de O^{2-} sau OH^-, la fel ca Mg^{2+}. Se cunosc multe cazuri cînd în acelaşi silicat unii cationi de Al^{3+} intră în constituţia unui anion complex, iar alţii se găsesc printre cationii care ocupă golurile dintre anioni cu sarcină negativă. În aluminosilicaţi, ionii de Al^{3+} sînt înconjuraţi în coordonare tetraedrică de ioni de O^{2-} ca şi în jurul Si^{4+}. Posibilitatea înlocuirii tetraedrilor de siliciu şi oxigen prin tetraedri de aluminiu şi oxigen reiese din considerente pur geometrice; raportul razelor ionice Rc/Ra este de 0,43, cu alte cuvinte se găseşte aproape de limita dintre coordonarea posibilă de ordinul 4 şi coordonarea de ordinul 6. Această înlocuire a Si^{4+} cu Al^{3+} are consecinţe foarte importante care se răsfrîng în mod simţitor asupra structurii aluminosilicaţilor şi anume în timp ce un tetraedru SiO_4 are patru sarcini electrostatice nesatisfăcute, la un tetraedru de AlO_4 acest număr se ridică la 5. Prin urmare, fiecare tetraedru de aluminiu şi oxigen prezent într-un anion complex măreşte sarcina negativă a acestuia cu o unitate şi reclamă compensarea acesteia cu un cation oarecare cu sarcină pozitivă, în conformitate cu stereometria reţelei compusului respectiv. Acest lucru este uşor de demonstrat pe baza exemplului ce ni-l oferă compuşii cu reţele cristaline tridimensionale:

Cuarţ	$[Si_4O_8]^0$;
Albit	$Na[AlSi_3O_8]$;
Nefelin	$KNa_3[AlSiO_4]_4$;
Anortit	$Ca[Al_2Si_2O_8]$.

Raportul Al : Si nu trebuie să fie în mod obligatoriu un număr întreg, însă pentru reţeaua cristalină rămîne absolut obligatorie echilibrarea sarcinilor negative şi pozitive. De exemplu, formula generală a hornblendei: $(Ca, Na)_{2-3}(Mg, Al)_5[(Si, Al)_4O_{11}](O, OH)_2$, unde în radical raportul Al : Si poate varia de la 1 : 3 pînă la zero. Unitatea tetraedrică aluminiu-oxigen poate apărea în anumite condiţii termodinamice, în medii bogate în alumină şi la temperaturi înalte. Alcătuirea reţelelor tridimensionale are loc numai dacă iau parte, concomitent, cationi de dimensiuni

relativ mari, cu sarcină redusă $-Na^+$, K^+, Ca^{2+}, Ba^{2+}; în prezenţa unui *p*H alcalin, produs prin levigarea elementelor alcaline şi alcalinoteroase, grupele tetraedrice aluminiu-oxigen se distrug, iar elementul Al^{3+} trece în coordonare 6.

În silicaţi există şi alţi ioni care au exclusiv coordonarea 4 în raport cu oxigenul; este vorba de Be^{2+} şi Zn^{2+} deşi acesta din urmă, din raportul razelor ionice, ar rezulta că are şi coordonarea 6.

În structura silicaţilor cationii apar fie într-un singur tip de coordonare, fie cu indici de coordonare diferiţi.

Tabelul 219

Indicii de coordonare ai unor cationi

Elementul	Nr. coordonare	Elementul	Nr. coordonare
Mg^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}	4, 6, 8	$Be^{2+}Zn^{2+}$	4
Ca^{2+}	6, 7, 8	B^{3+}	3, 4
Al^{3+}	4, 5, 6	Na^+	6, 8
Fe^{3+}	4, 6	Zr^{4+}	8
Sc^{3+}	6	Ba^{2+}	6, 12

În general, pentru exprimarea constituţiei chimico-structurale a silicaţilor se folosesc simbolurile:

W = cationi cu raze ionice mari, care au coordonare egală sau mai mare de 6 (ex,: Ca^{2+}, Na^+, K^+);

X = cationi bivalenţi cu raze ionice medii, care au coordonare egală cu 6 (ex.: Mg^{2+}, Fe^{2+});

Y = cationi trivalenţi şi tetravalenţi cu raze ionice medii şi care au coordonare 6 (se includ aici Al^{3+}, Fe^{3+} şi Ti^{4+});

Z = cationi cu raze ionice mici şi care au coordonare 4; elementul principal este Si^{4+}, înlocuit parţial cu Al^{3+} şi B^{3+} în unele minerale.

La toţi silicaţii, numărul ionilor de oxigen predomină faţă de ionii celorlalte elemente. Deoarece ionul de oxigen are o rază ionică mult mai mare, în comparaţie cu cationii, este normal ca dimensiunile celulei elementare, la fel ca la alţi compuşi oxigenaţi, să depindă în special de numărul ionilor de oxigen din celulă şi de poziţia lor în spaţiu.

Silicaţii pot indica izomorfism complet sau parţial, izovalent sau heterovalent. Substituţiile sînt controlate de cerinţele spaţiale ale atomilor sau ionilor celor două elemente în cauză, de valoarea temperaturii, de influenţa potenţialului de ionizare, de aranjamentul atomic al structurii etc.

La compararea potenţialelor de ionizare între perechi de ioni cu sarcini electrice şi cu dimensiuni ale razelor similare se evidenţiază faptul că elementele cu potenţiale de ionizare apropiate sînt strîns legate geochimic şi au capacitate de substituire reciprocă (tab. 220).

Neutralitatea electrostatică a structurii trebuie menţinută în substituţiile izomorfe, substituirile decurgînd sub două forme:

— sarcinile ionilor care se substituie sînt egale;

— sarcinile ionilor care se înlocuiesc sînt diferite.

Sarcina celui de-al doilea ion poate fi mai mare sau mai mică decît sarcina primului.

Exemplul cel mai ilustrativ de înlocuire între ioni cu sarcini egale este perechea Fe^{2+} şi Mg^{2+}, care se substituie între ei în toate proporţiile. În cazurile

Potenţialele de ionizare ale unor ioni în eV

Ionul	Potenţialul de ionizare	Ionul	Potenţialul de ionizare	Diferenţa (%)
Si^{4+}	44,89	Ge^{4+}	45,5	1
K^{+}	4,88	Rb^{+}	4,17	4
Fe^{2+}	16,16	Co^{2+}	17,30	7
Mg^{2+}	14,96	Fe^{2+}	16,16	8
Al^{3+}	28,81	Ga^{3+}	≈30,60	8
Fe^{2+}	16, 16	Zn^{2+}	17,89	11
Fe^{2+}	16,16	Ni^{2+}	18,20	13
Mg^{2+}	14,96	Co^{2+}	17,30	16
Mg^{2+}	14,96	Zn^{2+}	17,89	20
Mg^{2+}	14,96	Ni^{2+}	18,20	22
Rb^{+}	4,17	Tl^{+}	6,10	32
Na^{+}	5,13	Cu^{+}	7,72	50

în care înlocuirile se petrec între ioni cu sarcini diferite, neutralitatea electrostatică este deranjată; de aceea ea trebuie restabilită, ceea ce se realizează pe două căi. Prima cale se efectuează prin substituirea simultană a altui ion de exemplu: $Ca^{2+}+Al^{3+}\rightleftarrows Si^{4+}+Na^{+}$ sau $K^{+}+Si^{4+}\rightleftarrows La^{3+}+Ba^{2+}$. În cea de a doua cale neutralitatea este restabilită prin introducerea de ioni adiţionali la suprafaţa scheletului normal al structurii sau prin lăsarea unor poziţii structurale vacante. Ca exemplu este înlocuirea dintre grupările $[SiO_4]^{4-}$ cu $[(OH)^{-}]_4$ în granaţii hidrataţi sau $3\,Mg^{2+}\rightleftarrows 2\,Al^{3+}$ în mice, unde poziţia unui ion de magneziu rămîne neocupată.

Din aceste înlocuiri se formează seriile izomorfe continuie, la care numărul ionilor de oxigen este acelaşi, iar dimensiunile celulelor elementare variază puţin. La unii silicaţi înlocuirile sînt parţiale, iar miscibilitatea mineralelor este limitată. Miscibilitatea limitată a compuşilor izostructurali este determi-

nată de deosebirea prea mare dintre dimensiunile ionilor înlocuiţi şi înlocuitori. Amestecurile izomorfe nelimitate se realizează la temperaturi ridicate. Un exemplu sugestiv de amestec limitat avem la feldspaţii alcalini; termenul potasic (Or) cu termenul sodic (Ab). Miscibilitatea totală între ortoză şi albit se produce la temperaturi înalte. La temperaturi normale apar soluţii solide limitate, formula generală admisă fiind $(Na, K)[AlSi_3O_8]$ sau Ab+(100—x)Or.

Tabelul 221

Exemple de substituţie în minerale silicatate

Elemente cu sarcină egală	Elemente cu sarcină crescîndă	Elemente cu sarcină descrescîndă
$Mg^{2+}-Fe^{2+}-Mn^{2+}-Co^{2+}-Ni^{2+}-Zn^{2+}$	$K^{+}-Ba^{2+}-Sr^{2+}-Pb^{2+}$	$O^{2-}-OH^{-}-F^{-}$
$Al^{3+}-Ga^{3+}-Mn^{3+}-Cr^{3+}-Fe^{3+}-V^{3+}$	$K^{+}-La^{3+}$	$Si^{4+}-Al^{3+}-B^{3+}$
$Si^{4+}-Ge^{4+}-Ti^{4+}$	$Ca^{2+}-Y^{3+}$	$Si^{4+}-Be^{2+}$
$K^{+}-Rb^{+}-Cs^{+}-Tl^{+}$	$Mg^{2+}-Sc^{3+}$	$Ca^{2+}-Na^{+}$
$Ca^{2+}-Sr^{2+}-Mn^{2+}$	$Mg^{2+}-Al^{3+}-Fe^{3+}-Cr^{3+}-V^{3+}$	$Mg^{2+}-Li^{+}$
$Zr^{4+}-Hf^{4+}-Th^{4+}$	$Si^{4+}-P^{5+}$	
$Sc^{3+}-Y^{3+}$—lantanide trivalente	$Sc^{3+}-Zr^{4+}-Hf^{4+}$	
	$Fe^{2+}-Sc^{3+}$	

Procesul de dezamestec se petrece la temperaturi joase, cînd apare feldspat sodic (plaje, filonaşe) într-o matrice de feldspat potasic sau invers. Este vorba de formarea pertitelor şi a antipertitelor.

În compoziţia chimică a multor silicaţi iau parte şi aşa-numiţii anioni suplimentari: O^{2-}, OH^{-}, F^{-}, Cl^{-}, SO_4^{2-}, CO_3^{2-} etc., care neutralizează sarcinile suplimentare pozitive ale cationilor. Se presupune că OH^{-} şi F^{-} pot substitui ionul de O^{2-}; o asemenea înlocuire este frecventă pentru ionii de O^{2-}, care nu intră în compoziţia tetraedrilor de siliciu şi oxigen.

În compoziţia chimică a silicaţilor intră şi H_2O, în majoritatea cazurilor cu caracter zeolitic. Moleculele de apă sînt reţinute de obicei extrem de slab în reţelele cristaline, de regulă în spaţiile goale sau în canalele structurale.

Structurile cristaline impun anumite proprietăţi fizice. Astfel, clivajul inosilicaţilor este o consecinţă a aşezării lanţurilor infinite paralel cu axa cristalografică „c". Legăturile dintre ionii de oxigen şi de siliciu fiind mai puternice decît legăturile cu ceilalţi cationi, coeziunea în direcţia axei „c", adică în lungul lanţurilor, este mult mai puternică decît în celelalte direcţii, astfel că direcţiile de clivaj vor fi paralele cu lanţurile de SiO_4. Structura reţelelor plane de tetraedri explică simetria pseudohexagonală a mineralelor din această clasă, iar pe de altă parte clivajul lamelor perfect paralel cu baza. Legătura oxigenului cu cationii între planele de tetraedri este mult mai slabă decît legătura dintre siliciu şi oxigen. În structura tectosilicaţilor, inelele de tetraedri se leagă prin perechi de vîrfurile îndreptate alternativ în direcţii opuse, formînd astfel catene, în formă de benzi ondulate, aşezate în direcţia muchiei „a" şi separate prin plane de cationi de metale alcaline şi alcalinoteroase, mai slab legaţi. Aceste plane corespund planelor de clivaj (010) şi (001).

Proprietăţile fizice ale nezosilicaţilor se caracterizează prin duritate mare, greutăţi specifice mari, indici de refracţie mai mari; sînt incolori sau slab coloraţi.

Tabelul 222

Clasificarea silicaţilor cu grupări tetraedrice de SiO_4

I. SUBCLASA NEZOSILICAŢI	
Grupa olivinei	
Forsterit $Mg_2[SiO_4]$ . . . (Fo)	0,0—10% Fa
Olivină — Crisolit	10—30% Fa
Olivină — Hialosiderit	30—50% Fa
Olivină — Hortonolit	50—70% Fa
Olivină — Ferohortonolit	70—90% Fa
Fayalit $Fe_2[SiO_4]$ . . . (Fa)	90—0,0% Fa
Monticellit $CaMg[SiO_4]$	
Tefroit $Mn_2[SiO_4]$	
Glaucocroit $CaMn[SiO_4]$	
Knebelit $(Mn, Fe)_2[SiO_4]$	
Grupa zirconului	
Zircon $Zr[SiO_4]$	
Thorit $Th[SiO_4]$	
Grupa wilemitului	
Wilemit $Zn_2[SiO_4]$	
Fenacit $Be_2[SiO_4]$	
Grupa granaţilor. Formula generală $X_3Y_2[ZO_4]$	
Seria piralspitelor	
Pirop $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$	
Almandin $Fe_3Al_2[SiO_4]_3$	
Spessartin $Mn_3Al_2[SiO_4]_3$	
Seria ugranditelor	
Grossular $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$	
Andradit $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$	
Uvarovit $Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$	
Grupa topazului	
Topaz $Al_2[SiO_4](OH, F)_2$	
Grupa silicaţilor de aluminiu	
Sillimanit $Al[AlSiO_5]$	
Andaluzit $Al_2[SiO_4]O$	
Disten $Al_2[SiO_4]O$	
Grupa staurolitului	
Staurolit $FeAl_4[SiO_4]_2O_2(OH)_2$ sau $Fe_2Al_9[SiO_4]_4O_6(OH)_2$	
Grupa sfenului	
Sfen $CaTi[SiO_4](O, OH, F)$	
Alţi nezosilicaţi	
Datolit $CaB[SiO_4](OH)$	
Lamprofilit $Na_2SrTi[SiO_4]_2$	
II. SUBCLASA SOROSILICAŢI	
Thortveitit $(Sc, Y)_2[Si_2O_7]$	

Astrofilit $(K, Na)_2(Fe^{2+}, Mn)_4(Ti, Zr)[Si_2O_7]_2(OH, F)_2$ Hemimorfit $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$ Lawsonit $CaAl_2[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$ Ilvait $Ca_2Fe_2Fe^{3+}[Si_2O_7](O, OH)$
III. SUBCLASA SILICAŢILOR CU GRUPE MIXTE NEZO-SOROSILICAŢI
Grupa epidotului $W_2(X, Y)_3Z_3O_{12}(OH) \rightarrow X_2Y_3[Si_2O_7][SiO_4](OH)$ Zoizit $Ca_2Al_3[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$ Clinozoizit $Ca_2Al_3[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$ Epidot $Ca_2, Fe^{3+}Al_2[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$ Piemontit $Ca_2(Mn^{3+}, Fe^{3+}, Al)_2Al[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$ Allanit $(Ca, Ce, La, Th)_2(Fe^{3+}, Mg, Fe^{2+})Al_2[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$ Lotrit $Ca_2(Ti, Al, Mg, Mn)_3[Si_2O_7][SiO_4](O, OH) \cdot H_2O$ *Grupa vezuvianului* Vezuvian $Ca_{10}(Mg, Fe)_2Al_4[SiO_4]_5[Si_2O_7]_2(O, OH)_4$ *Grupa melilitului* $(Ca, Na, K)_2(Mg, Al, Fe^{3+}, Fe^{2+})[(Si, Al)_2O_7]$ Akermanit $Ca_2Mg[Si_2O_7]$ Melilit $(Ca, Na)_2(Mg, Al, Fe^{3+}, Fe^{2+})[(Si, Al)SiO_7]$ Gehlenit $Ca_2Al[(Al, Si)SiO_7]$
IV. SUBCLASA CICLOSILICAŢI
Wollastonit $Ca_3[Si_3O_9]$ Bustamit $(Ca, Mn, Fe)[SiO_3]$ Benitoit $BaTi[Si_3O_9]$ Pectolit $Ca_2HaH[Si_3O_9]$ Eudialit $(Na, Ca)_6Zr[Si_3O_9]_2(OH, Cl)_2$ Rodonit $CaMn_4[Si_5O_{15}]$ Beril $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$ Cordierit $Al_3(Mg, Fe^{2+})_2[AlSi_5O_{18}]$ Axinit $(Ca, Mn, Fe^{2+})_3Al_2[BO_3][Si_4O_{12}](OH)$ Turmalină $(Na, Ca)(Mg, Fe^{2+}, Mn, Li)_3(Al, Fe^{3+}, Ti)_6[BO_3]_3[Si_6O_{18}](OH, F)_4$ Dioptaz $Cu_6[Si_6O_{18}] \cdot 6\ H_2O$ Crisocol $Cu_6[Si_6O_{18}] \cdot H_2O$

I. SILICAŢI CU GRUPĂRI TETRAEDRICE IZOLATE DE SiO_4 — NEZOSILICAŢI

A. Grupa olivinei $(Mg, Fe)_2\ [SiO_4]$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relaţia axială: a : b : c=0,467 : 1 : 0,586.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,76$, $b_0=10,20$, $c_0=5,98$ Å pentru forsterit — $Mg_2[SiO_4]$ şi $a_0 = 4,82$, $b_0 = 10,48$, $c_0 = 6,11$ Å pentru fayalit — $Fe_2[SiO_4]$. Z=4. Conţine $(Mg, Fe)_8[SiO_4]_4$.

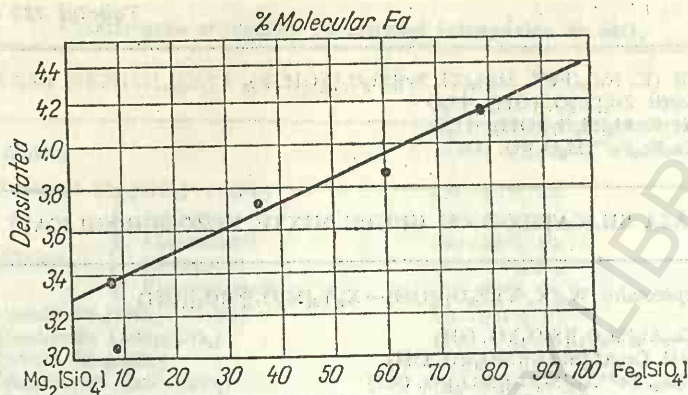


Fig. 158. Diagrama de relație între greutatea specifică și compoziția chimică a mineralelor din seria olivinei.

Forme și unghiuri:

$(110)\wedge(1\bar{1}0)=50°04'$ $\quad$ $(101)\wedge(\bar{1}01)=102°54'$

$(021)\wedge(0\bar{2}1)=99°40'$ $\quad$ $(111)\wedge(1\bar{1}1)=40°80'$

$(120)\wedge(\bar{1}20)=93°54'$ $\quad$ $(121)\wedge(1\bar{2}1)=72°18'$

Habitus: adesea sub formă de cristale idiomorfe, precum și în mase granulare sau cristale rotunjite, diseminate de regulă în roci magmatice. *Clivaj*: (010) și (100) imperfect. $H=6^1/_2-7$. $G=3{,}22$ la $Mg_2[SiO_4]$ și 4,39 la $Fe_2[SiO_4]$; pentru olivina comună variază de la 3,3 la 3,4. *Culoare*: în mase compacte este verde, galben-ușor verzui (olivina), galben-închis pînă la negru-verde (fayalitul). *Luciu*: sticlos, în spărtură gras. *Macle*: după (100), (011),(012).

Proprietăți optice. Refringență ridicată $\alpha=1{,}635-1{,}827$; $\beta=1{,}651-1{,}869$, iar $\gamma=1{,}670-1{,}879$. $\Delta=0{,}035-0{,}052$ (culori vii de ordinul 2 spre ordinul 3). La olivina comună $\alpha\simeq1{,}60$, $\beta\simeq1{,}60$, $\gamma\simeq1{,}60$. Extincția dreaptă, $2V_\alpha=82°-134°$.

Chimism. Olivina este rezultatul amestecului izomorf dintre forsterit și fayalit, în urma înlocuirii continue între perechea diodochy $Fe^{2+}-Mg^{2+}$. În mod particular putem asista și la înlocuirea (Fe^{2+}, Mg^{2+}) cu Mn^{2+} și Ca^{2+}. Varietățile bogate în Mg^{2+} pot indica conținuturi interesante de Cr^{3+} și Ni^{2+}. Analizele chimice au confirmat ideea că unele elemente se înlocuiesc nu numai în funcție de valență, ci în funcție și de alți factori: afinitate chimică, dimensiuni ale razelor ionice, potențiale de ionizare etc.

Geneză. Mineralele din această grupă, în special olivina, sînt caracteristice rocilor bazice sărace în silice — bazalte — și rocilor ultrabazice — dunite, peridotite. Mai apar în roci metamorfice de contact, formate pe dolomite și calcare (forsterit) în cavitățile obsidianului (fayalit) și în aluviuni. Sub acțiunea agenților externi se descompun chimic cu redepunere de hidroxizi de fier, care bordează cristalul, sau cu formare de serpentină, dezvoltată pe fisurile cristalului, asociată deseori cu magnetit.

Formarea olivinelor prin procesul de cristalizare magmatică poate fi examinată în cadrul sistemelor: forsterit-fayalit și forsterit-silice.

Analize chimice

Oxizi	1	2	3	4
SiO_2	41,72	41,07	40,96	40,30
TiO_2	—	0,05	0,01	0,15
Al_2O_3	—	0,56	0,21	0,25
Fe_2O_3	—	0,65	—	—
FeO	1,11	3,78	7,86	10,26
MnO	—	0,23	0,13	0,09
MgO	57,83	54,00	50,45	48,60
CaO	—	—	0,15	0,07
Na_2O	—	—	0,01	0,04
K_2O	—	—	—	0,03
H_2O^+	—	0,05	0,29	} 0,33
H_2O^-	—	—	—	
Total	100,66	100,45	100,35	100,56
Numărul de ioni în baza 4 oxigeni				
Si	0,978	0,979	0,996	0,990
Al	—	0,016	—	0,007
Ti	—	0,001	—	0,003
Fe^{3+}	—	0,012	—	—
Mg	2,021 } 2,04	1,920 } 2,02	1,828 } 2,00	1,779 } 2,02
Fe^{2+}	0,022	0,075	0,160	0,211
Mn	—	0,005	0,003	0,002
Ca	—	—	0,004	0,002
Raportul atomic Mg/Fe				
	98,9	96,2	92,0	89,4
	1,1	3,8	8,0	10,6

1 — Forsterit: calcar cristalin; Mogok Mining District Burma (A d a m s și G r a h a m, 1926); 2 — Olivină: calcar cu clinohumit; Ojama — Finlanda (S a h a m a, 1953). 3 — Olivină: dunit; Dun Mountain — Noua Zeelandă (R o s s și col., 1954); conține inclusiv: Cr_2O_3=0,02; CoO=0,01; NiO=0,25. 4 — Olivină: bazalt cu noduli de olivină; Ichinomegats — Japonia (R o s s și col., 1954), conține: Na=0,002, K=0,001, Cr=0,001.

Sistemul forsterit—fayalit. Comportarea topiturilor în sistemul $Mg_2[SiO_4]$—$Fe_2[SiO_4]$ este similară cu a celor din seria plagioclazilor. Fayalitul este termenul de temperatură joasă (1 205°C), iar forsteritul este termenul de temperatură ridicată (1 890°C). Cristalele formate timpuriu vor indica conținuturi mari în Fo; ele prezintă structuri zonare, cu zonele marginale mai bogate în Fa (fig. 159).

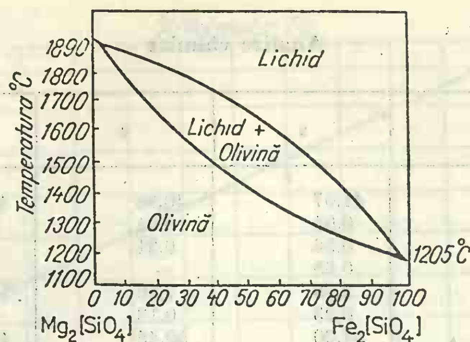


Fig. 159. Diagrama fazelor din sistemul forsterit-fayalit (după N. L. Bowen și I. F. Schaier, 1935).

Sistemul forsterit—silice. Acest sistem arată că între forsterit și silice se plasează piroxenul cu topire incongruentă, care se prezintă ca enstatit. Topiturile cu un deficit de SiO_2 dau prin cristalizare forsterit și piroxen $Mg[SiO_3]$. Cele cu exces de silice cristalizează sub forma eutecticului silice+piroxen. Dacă aceste topituri prezintă inițial mai puțină silice decît cere echilibrul piroxen—silice, asistăm la separarea în fază tranzitorie a forsteritului care ulterior în procesul de cristalizare este eliminat apărînd piroxen și silice conform ecuației:



$$Mg_2[SiO_4]+SiO_2 \rightleftarrows 2\,Mg[SiO_3]$$

Ocurență. Forsteritul se întîlnește în U.R.S.S. în dolomite și calcare, în asociație cu [chondritul și flogopitul (în Transbaicalia) și în marmora macrogranulară albăstruie, în asociație cu clinohumitul și brucitul (în Uralul de Sud); în roci ultrabazice serpentinizate apare în asociație cu magnezit, flogopit, hematit, spinel la Snarum (Norvegia).

Olivina este întîlnită în roci bazice și ultrabazice, în Ural, Caucazul de Nord, Transcaucazia și în sudul Siberiei (U.R.S.S.). În aluviuni apare în partea de N a Egiptului (la est de Esua), în India și Brazilia.

Fayalitul se întîlnește în insula Fayal, I-le Azore, sub formă de cristale, și în cavitățile obsidianului din parcul Yelowstone (S.U.A.) și în insulele Lipare.

În R. S. România, olivina se găsește în fundamentul cristalin, în roci ultrabazice, uneori în serpentinite, în Carpații Meridionali (Munții Cibin, Sebeș, Almăj); în magmatismul mezozoic, în roci bazice și ultrabazice, în Carpații Orientali (Munții Bistriței, Perșani), în Carpații Meridionali (M. Paring), în Munții Apuseni (Munții Tarcău, Metaliferi, Drocea); în magmatismul banatitic ca forsterit în corneene și skarne în Banat (Ocna de Fier, Oravița, Sasca Montană, Moldova Nouă) și Munții Apuseni (Vlădeasa, Băița—Bihor), în magmatismul neogen, în andezite bazaltoide, în bazalte în Carpații Orientali (Munții Călimani, Gurghiu, Harghita, Perșani) și Munții Apuseni (M. Metaliferi).

TEFROIT $Mn_2[SiO_4]$
KNEBELIT $(Mn, Fe)_2[SiO_4]$
GLAUCOCROIT $CaMn[SiO_4]$
MONTICELLIT $CaMg[SiO_4]$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Tabelul 224

Proprietăți fizice

Mineralul	Z	H	Dimensiuni (Å) a_0	b_0	c_0	Clivaj	Macle	Culoare	G
Tefroit	4	6	4,86— —4,90	10,60	6,22— —6,25	(010), (001) imperfect	(011)	galben- verzui	3,78— —4,10
Knebelit	4	6½	4,82— —4,85	10,49— —10,60	6,09— —6,22	(010), (001), (110) imperfect	—	alb-cenu- șiu	3,96— —4,25
Glauco- croit	4	—	4,92	11,19	6,51	—	—	cenușiu	—
Monti- cellit	4	5½	4,81	11,08	6,37	(010) slab	(031)	cenușiu	3,08— —3,27

Tabelul 225

Analize chimice ale knebelitului

Oxizi	1	2	3
SiO_2	29,92	30,12	30,16
MnO	25,64	23,20	24,20
FeO	42,57	43,77	41,46
CaO	0,40	0,69	2,34
MgO	1,47	2,22	1,84

1, 2, 3 — Knebelit — Răzoare, România (Kosmat Fr, John C, 1905)

Analize chimice ale tefroitului *Tabelul 226*

Oxizi	1	2
SiO_2	27,11	27,54
TiO_2	0,07	0,02
Al_2O_3	0,60	0,99
Fe_2O_3	0,84	0,92
FeO	8,29	9,08
MnO	56,03	56,30
MgO	3,02	3,64
Na_2O	—	—
K_2O	—	—
P_2O_5	0,08	0,02
Total	98,04	98,51

Numărul de ioni în baza 4 oxigen	1	2
Si	0,996	0,992 ≃ 1
Fe^{2+}	0,202	0,279 ≃ 2
Mn^{2+}	1,650	1,695
Mg	0,114	0,104
Ca	0,092	0,033

1 — și 2 — tefroit; M. Cibin-Sebeș (Hîrtopanu Paulina, Hîrtopanu I., 1978).

Ocurență. De regulă, apariția acestor minerale este legată de procese de metasomatism de contact în calcare și dolomite, metamorfozate sub acțiunea magmelor bazice sau acide.

În România tefroitul apare în șisturi cristaline în Carpații Orientali la Șaru Dornei; în Carpații Meridionali a fost citat în M. Sebeș—Cibin (asociat cu rodocrozit, rodonit și piroxmangit), la Bătrîna și la Delinești.

B. Grupa zirconului

ZIRCON $Zr[SiO_4]$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.
Relația axială: a : c=1 : 0,9054.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=6,604; c_0=5,979 Å. Z=4.
Forme și unghiuri:

(101) ∧ (011)=56°40′	(100) ∧ (101)=47°51′
(301) ∧ (031)=83°08′	(100) ∧ (301)=20°13′
(110) ∧ (211)=31°43′	(211) ∧ (121)=32°56′

Habitus: prismatic, prisme-bipiramidale, granule. *Clivaj*: (110) imperfect. *Macle*: rare, planul de maclă (111). $H=7^1/_2$ (la zirconul metamictic ajunge la 6). G=3,9—4,7. *Culoare*: incolor, galben, portocaliu, roșu, mai rar verde;

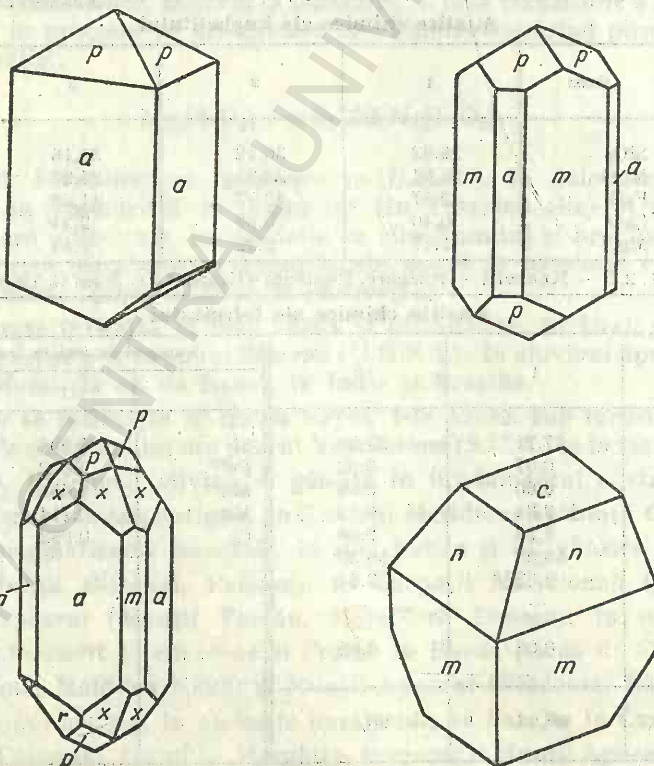


Fig. 160. Cristale de zircon.

varietatea *malacon* este colorată în cafeniu-închis. *Luciu*: adamantin, uneori gras sau sticlos.

Proprietăţi optice. $\omega=1,923-1,960$; $\varepsilon=1,968-2,015$; $\Delta=0,04-0,06$ la formele netransformate metamictic. La zirconul metamictic $n=1,78-1,87$.

Chimism. Studiile cu raze X arată existenţa grupărilor anionice SiO^{4-} şi a ionilor de Zr^{4+} în coordonare egală cu 8. Tetraedri de SiO_4 alternează cu ionii de Zr^{4+} paralel cu A^4. Ionii de Zr^{4+} pot fi înlocuiţi cu Hf^{4+} (1–4%). Uneori, apar înlocuiri şi cu elemente din grupa pămînturilor rare simultan cu înlocuirea Si^{4+} prin P^{5+}. Zirconul se comportă frecvent radioactiv datorită prezenţei Th^{4+} şi U^{4+}, care înlocuiesc Zr^{4+} în structura cristalină.

Tabelul 227

Analize chimice

Oxizi	1	2	3	4
SiO_2	32,51	33,34	24,60	27,13
ZrO_2+HfO_2	67,02	65,44	53,24	51,68
TiO_2	—	n.d.	—	n.d.
Al_2O_3	0,21	0,20	1,02	0,48
Fe_2O_3	0,08	0,83	2,64	0,45
TR	0,04	—	9,51	10,51
MnO	—	—	0,41	n.d.
MgO	0,01	0,12	0,16	n.d.
CaO	0,22	0,13	0,55	n.d.
ThO_2	—	—	0,99	1,03
P_2O_5	—	—	3,44	3,37
H_2O^+	0,03	0,43	3,05	3,12
H_2O^-	—	0,25	—	0,32
Total	100,12	100,74	99,61	99,84
Numărul ionilor în baza 16 oxigeni				
Si	4,013	4,037	—	3,586–3,94*
Zr+Hf	3,941 } 4,01	3,865 } 4,01	—	3,257 } 4,19**
Al	0,030	0,029	—	0,075
Fe^{2+}	0,007	0,075	—	0,044
Mg	—	0,022	—	—
Ca	0,030	0,017	—	—

1 — Zircon; North Burgess — Ontario (Palache şi Ellsworth, 1928); 2 — Zircon: Taiwan (Tornita şi Karakida, 1954); 3 — Zircon cu fosfor; Kictinokura Kamingo — Japonia (Masutomi şi Higami, 1944); 4 — Zircon în pegmatite; Hayamadske Tukushima — Japonia (Hasegawa, 1957).

* — Si+P;

** — conţine şi U=0,052; Ce=0,018; Y=0,713.

Ocurenţă. Zirconul este un mineral comun rocilor magmatice şi rocilor metamorfice. Rocile magmatice caracteristice zirconului sînt sienitele nefelinice, granitele, dioritele; pegmatitele acestor roci conţin cristale mari. În roci metamorfice apare mai frecvent în ortognaise şi paragnaise. Idiomorfismul cristalelor de zircon se explică atît prin separarea lor printre primele minerale,

din magmă, cît și prin energia mare de creștere, care a permis dezvoltarea idiomorfă a lor și în stadiile relativ tîrzii, în asociație intimă cu minerale tîrzii, care conțin substanțe volatile — apatit, fluorină, mice. Fiind un mineral stabil din punct de vedere chimic, zirconul se desprinde din rocă în urma proceselor de dezagregare și trece pe cale mecanică în aluviuni, iar de aici, sub formă de granule rulate, în roci sedimentare.

Este întîlnit în roci plutonice alcaline în Peninsula Kola (U.R.S.S.), în roci granitice în Madagascar, în aplite sienitice în Brundenell (Ontario, Canada).

În România apare în fundamentul cristalin: în șisturile cristaline ale Carpaților Orientali, Carpaților Meridionali, în Munții Apuseni și Munții Dobrogei, de regulă în gnaisele biotitice; în cantități ceva mai ridicate în masive intrusive și în aureola lor de contact (Ditrău, Cerna, Cherbelezu, Muntele Mic, Vf. Pietrii, M. Petreanu, Highiș, Codru, Muntele Mare); în magmatismul mezozoic, în granitele din M. Măcin (Pricopan, Măcin, Greci, Iacobdeal); în magmatismul banatitic: în Carpații Meriodionali (Moldova Nouă, Sasca Montană, Ocna de Fier) și M. Apuseni (M. Drocea, Bihor, Vlădeasa, Gilău); în vulcanismul neogen: în Carpații Orientali (Oaș, Gutîi, Țibleș, Rodna, Bîrgău, Călimani, Gurghiu, Hărghita) și M. Apuseni (M. Metaliferi); în aluviuni: izvoarele Mureșului, valea Argeșului, Ditrău, Glogova, Merișani, litorarul Mării Negre (Delta Dunării și Chituc).

THORIT $Th[SiO_4]$

S-au separat următoarele varietăți: *orangit*: transparent, de culoare portocalie; *uranothorit*: 10—16% U_3O_8; U^{4+} înlocuiește Th^{4+}; *macintoshit*: cu U_3O_8 și *tharohumit*: cu U_3O_8 bogat în H_2O, P și TR.

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 0,889.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,03; c_0=6,25 Å. Z=4.

Habitus: rar, în cristale prismatice scurte, cristale piramidale, granule neregulate. *Clivaj* și *spărtură*: (110), concoidală. *H*=5. *G*=6,7; în starea metamictică scade considerabil pînă la 4,8. *Culoare*: negru, brun, galben, portocaliu. *Urmă*: brun-închis. *Luciu*: sticlos sau gras.

Proprietăți optice. ω=1,780—1,820, ε=1,790—1,840, Δ=0,01—0,02, pentru starea metamictică n=1,66—1,86; este colorat în brun, galben și verde.

Ocurență. Este întîlnit în Norvegia la Breving și Arendal, la Langesundfiord, în insulele Lövö și Landbö, în Elveția lîngă Lindersäs, apoi în insula Madagascar. În general apare ca mineral accesoriu în granite și sienite nefelinice și în pegmatitele asociate acestora. Varietatea *uranothorit* a fost identificată în Bancroft (districtul Ontario, Canada).

C. Grupa willemitului

WILLEMIT $Zn_2[SiO_4]$

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3.

Relația axială: a : c=1 : 0,668.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=13,96°; c_0=9,34 Å. Z=18.

Habitus: rar prismatic, romboedric; deseori granule fine. *Clivaj*: (0001) bun. $H=5^1/_2$. $G=3,9-4,0$. *Culoare*: variabilă — galben, verde, brun, uneori alb. *Luciu*: sticlos, uneori rășinos.

Proprietăți optice. $\varepsilon=1,710-1,723$, $\omega=1,691-1,694$. Indicii de refracție cresc pentru varietățile bogate în Mn^{2+}. $\Delta=0,02-0,03$; uniax pozitiv.

Chimism. O parte importantă din Zn^{2+} este înlocuită prin Mn^{2+}, mai puțin prin Fe^{2+}. Unele varietăți expuse razelor ultraviolete capătă o luminiscență verde.

Ocurență. Se întîlnește în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb și zinc (la Altenberg — R. D. Germană; Bou Taleb — Algeria; la Merrit-Mine — New Mexico, S.U.A.), uneori formînd pseudomorfoze după calamină. Varietatea willemit manganifer endogen este întîlnită în zăcămîntul metasomatic de la Franklin din statul New Jersey (S.U.A).

FENACIT $Be_2[SiO_4]$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$.

Relația axială: a : c=1 : 0,665.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=12,45$; $c_0=8,23$ Å. Z=18.

Habitus: romboedric, scurt columnar, prismatic. Forme (11$\bar{2}$0), (10$\bar{1}\bar{1}$) și concreșteri după (10$\bar{1}$0). *Clivaj*: (11$\bar{2}$0) imperfect. $H=8$. $G=2,96-3,00$. *Culoare*: incolor sau divers colorat în galben, roz, mai rar în brun.

Proprietăți optice. $\varepsilon=1,670$, $\omega=1,654$; $\Delta=0,016-0,020$; uniax negativ.

Chimism. O mică parte din Be^{2+} este înlocuită prin Mg^{2+}, Ca^{2+}, Al^{3+} și Na^{1+}.

Ocurență. Apare în pegmatitele asociate rocilor granitice și în șisturi cristaline micacee.

Se întîlnește în pegmatitele de la Takovaia—Minsk, la Miask—M. Ilmen (U.R.S.S.), la Kragerö (Norvegia), la Sao Miguel (Brazilia) și la Topaz-Butte (statul Colorado, S.U.A.).

D. Grupa granaților

Sînt silicați complecși din punct de vedere chimic, a căror formulă generală poate fi exprimată sub forma: $X_3Y_2[SiO_4]_3$, în care X poate fi Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+} sau Mn^{2+}, iar Y poate fi Al^{3+}, Fe^{3+}, Cr^{3+} sau $(Ti^{3+})(Mn^{3+})$, în cantități subordonate. Gruparea tetraedrică SiO_4 poate fi înlocuită prin PO_4.

Tabelul 228

Constante fizice ale granaților

Specia	Formula	Greutatea specifică	n	Parametrul celulei elementare a_0 Z
Almandin	$Fe_3Al_2[SiO_4]_3$	4,32	1,830	11,526
Pirop	$Mg_3Al_2[SiO_4]_3$	3,58	1,714	11,459
Spessartin	$Mn_3Al_2[SiO_4]_3$	4,19	1,800	11,621 Z=8
Grossular	$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$	3,59	1,734	11,851
Andradit	$Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$	3,86	1,887	12,048
Uvarovit	$Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$	3,90	1,868	12,000

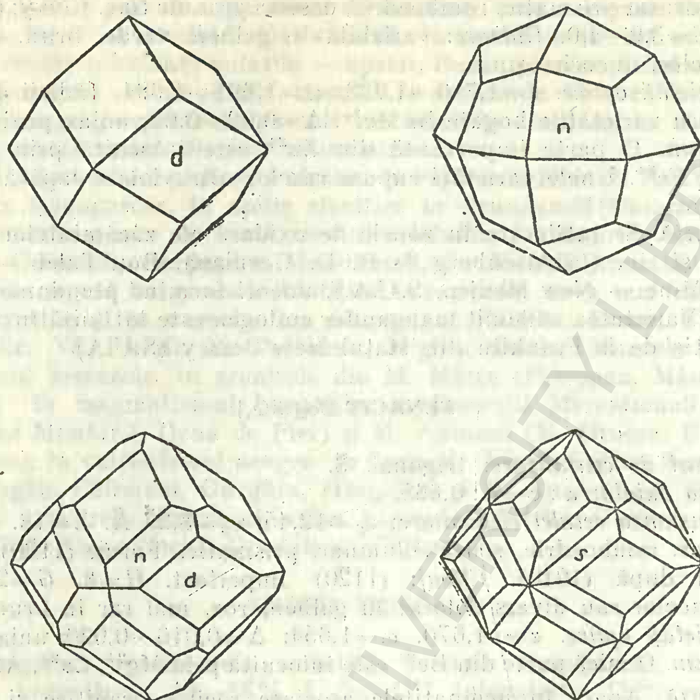


Fig. 161. Cristale de granaţi.

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Habitus: cristale caracteristice de dodecaedru (110), trapezoedru (211), combinaţii de dodecaedru cu hexakisoctaedru (110)—(321); deseori mase granulare. *Macle*: deseori mimetice (210). *Clivaj*: absent. $H=6^1/_2-7^1/_2$. $G=3{,}6-4{,}3$, depinzînd de compoziţia chimică. *Culoare*: variază foarte mult (tab. 229). *Urmă*: albă sau slab colorată în culoarea speciei. *Luciu*: sticlos sau gras.

Tabelul 229

Culoarea şi produsele de alteraţie la granaţi

Specia	Subspecia	Culoarea	Produs de transformare
Piralspite	Pirop Almandin Spessartin	roşu, aproape negru cafeniu, roşu, negru nuanţe de roşu	într-o concreştere de amfibol fibros şi feldspat bordînd cristalele; uneori în clorit+ +epidot+scapolit
Ugrandite	Grossular Andradit Uvarovit	galben, alb, cafeniu, roşu, verde galben, cafeniu, roşu, negru verde ca smaraldul	clorit+epidot+feldspat+ +calcit în clorit verde-închis cu Cr^{3+}.

Proprietăţi optice. Indicele de refracţie variază în funcţie de compoziţie. Granaţii sînt izotropi; grossularul, spessartinul, andraditul şi uvarovitul se comportă adeseori anizotrop.

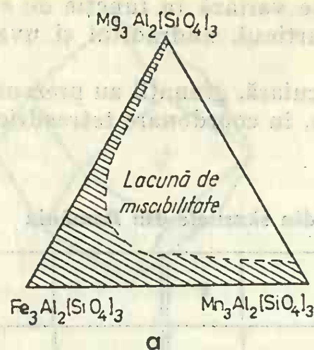
Chimism şi structură. În structura reticulară, granaţii au prezentă în compoziţia lor gruparea anionică siliciu-oxigen, în coordonare tetraedrică, precum

Tabelul 230

Analize chimice ale granditelor din skarnele din România

	1	2		3		4
SiO_2	36,86	39,40	SiO_2	36,76	SiO_2	38,10
TiO_2	0,15	0,60	TiO_2	0,62	TiO_2	0,18
Al_2O_3	4,60	21,14	Al_2O_3	12,33	Al_2O_3	17,12
Fe_2O_3	25,31	3,91	Fe_2O_3	7,78	Fe_2O_3	4,08
FeO	0,49	0,89	FeO	0,56	FeO	2,96
MnO	0,17	0,15	MnO	0,43	MnO	0,03
MgO	2,30	0,61	MgO	1,35	MgO	1,55
CaO	29,33	32,40	CaO	33,25	CaO	35,53
H_2O^+	0,10	0,07	CO_2	1,90	H_2O^+	0,15
H_2O^-	0,66	0,59	H_2O^+	0,10	H_2O^-	0,75
Total	99,98	99,76		95,08		100,45
Numărul ionilor în baza 24 (0)						
Si	5,916 } 6,000	5,515 } 6,000	Si	6,30	Si	6,020
Al	0,084	0,485	Al	—	Al	—
Al	0,807	3,773	Al	2,54	Al	3,001
Fe^{3+}	3,130 } 3,955	0,209 } 4,040	Fe^{3+}	1,02	Fe^{3+}	0,464 } 3,48
Ti	0,018	0,058	Fe^{2+}	0,08	Ti	0,001
Mg	0,017	0,227	Mn	0,06	Mg	0,323
Fe^{2}	0,067 } 5,255	0,203	Mg	0,35	Fe^{2+}	0,570 } 6,55
Mn	0,023	0,217 } 5,783	Ca	5,38	Mn	—
Ca	5,148	5,136			Ca	5,663
Participarea procentuală în termeni finali (Mol %)						
Andradit	79,9	5,1		34,7		13,7
Grossular	5,1	84,1		59,3		68,7
Almandin	1,1	3,4		1,3		11,2
Pirop	13,5	3,8		3,7		6,3
Spessartin	0,4	3,6		1		—

1 — andradit verde-gălbui; Sasca Montană; 2 — grossular cafeniu, Sasca Montană (Constantinescu, 1976); 3 — grandit; Ciclova (Cioflica, Popescu, Constantinescu, 1976); 4 — grossular verde-gălbui; Oraviţa (Popescu, Constantinescu, 1977).



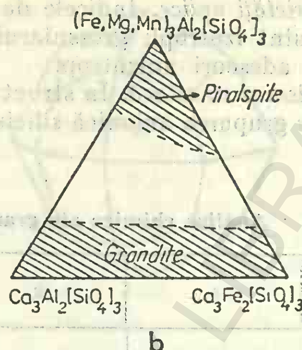


Fig. 162. Diagrame triunghiulare ale domeniilor de miscibilitate la granați: *a*) lacuna de miscibilitate în sistemul pirop-almandin-spessartin; *b*) lacuna de miscibilitate între grandite și piralspite.

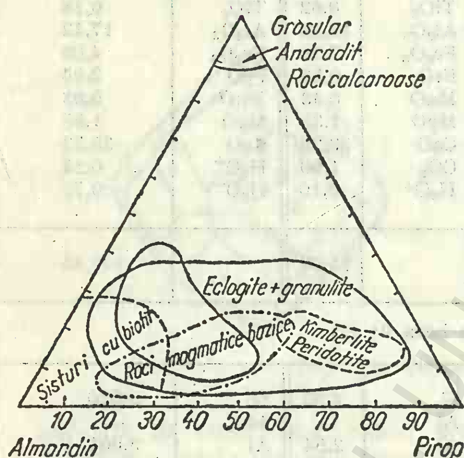


Fig. 163. Limitele compoziției în grandite-almandin-pirop pentru granații din diferite tipuri de roci.

și gruparea octaedrică AlO_6. În spațiile reticulare se dispun elementele bivalente care, de regulă, sînt prezente în coordonare opt.

În natură, cristalele de granați sînt rezultatul substituirii izomorfe a elementelor bivalente; domenii de amestec reies din diagramele triunghiulare prezentate în figura 162.

Granații formează două serii distincte, între care se găsește o largă lacună de miscibilitate: seria granaților cu cationi de dimensiuni mijlocii și seria granaților calcici. Primii sînt cristale mixte între pirop-almandin-spessartin, cu o lacună de miscibilitate între pirop și spessartin. Conținutul în Fe^{3+} este moderat. Granații calcici sînt cristale mixte între grossular și andradit; ei au un conținut redus în Fe^{2+}, Mn^{2+}, Mg^{2+}, deci o slabă participare a piralspitelor.

Ocurență. Cei mai răspîndiți sînt granații formați în urma metamorfismului de contact termic și metasomatic sub acțiunea magmelor acide asupra rocilor carbonatice (calcare și dolomite), la temperaturi relativ înalte (grossular și andradit). Mai rar se întîlnesc acumulări de granați, formate prin acțiunea magmelor acide asupra rocilor metamorfice bazice (almandin), mai ales dacă acestea din urmă se găsesc sub formă de xenolite în rocile eruptive. Granații sînt foarte răspîndiți și în șisturile cristaline, cloritice, talcoase, amfibolitice, micacee etc.

În România granații piralspitici apar în șisturile cristaline din Carpații Orientali (M. Preluca, M. Rodnei, Vf. Inău, M. Bistriței, M. Hăghimaș), din Carpații Meridionali (M. Făgăraș—Lotru—Cibin—Sebeș, M. Godeanu, M. Mehedinți), din M. Poiana Ruscă și M. Semenic, din M. Apuseni (M. Gilău, M. Rez, M. Țicăului), iar din Dobrogea, în zona Camena.

Spessartinul a fost indentificat și în legătură cu minereurile manganifere de la Răzoare, Iacobeni, Șarul Dornei, Delinești.

Granații granditici se întîlnesc în pegmatitele cristalinului getic din Carpații Meridionali, de asemenea în corneenele din Masivul Parîng, în skarnele legate de magmatismul banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Băișoara) etc.

În alte țări apare în kimberlite în Africa de Sud, în Siberia (U.R.S.S.), la Falun (Suedia), Antsirabe (Madagascar), Concepcion del Oro (Mexic), Otocumpu (Finlanda).

E. Grupa topazului

TOPAZ $Al_2[SiO_4](OH, F)_2$



Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2 sau 2 2 2.
Relația axială: a : b : c=0,528 : 1 : 0,955.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,65$; $b_0=8,80$; $c_0=8,40$ Å. Z=4.
Forme și unghiuri:

(010) ∧ (120)=43°26′	(001) ∧ (011)=43°41′
(010) ∧ (110)=62°10′	(001) ∧ (021)=62°22′
(001) ∧ (121)=69°12′	(001) ∧ (111)=63°56′

Habitus: prismatic, cu striațiuni verticale, în granule de dimensiuni relativ mari. *Clivaj*: (001) perfect. *H*=8. *G*=3,5—3,6. *Culoare*: incolor sau galben, cenușiu, verzui, roșcat, albăstrui. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. $\alpha=1,606-1,629$, $\beta=1,609-1,631$, $\gamma=1,616-1,638$ (refringența scade pe măsură ce crește conținutul în OH și în F). $\Delta=0,01$, (birefringența crește odată cu creșterea conținutului în OH sau F). $2V\gamma=48°-$ $-68°$. Planul axelor optice perpendicular pe (001).

Alte proprietăți: piroelectric și piezoelectric.

Alterare: se transformă uneori în caolinit sau sericit.

Ocurență. Apare îndeosebi în formațiuni de contact, în pegmatite, cînd se asociază cu casiteritul, fluorina, turmalina și berilul.

Se întîlnește în filoane pegmatitice legate de intruziunile granitice din Ural (Mursinsk), Ucraina și Siberia (U.R.S.S.), apoi la Rio Belemonte (Brazilia), la Mukla (Turcia), La Luis Potosi și Durango (Mexic), la Tanokamiyama (Japonia), la Pikes—Peak, Topaz—Butte (Colorado) și la Ramona — California (S.U.A.).

Diagnostic. Se deosebește de andaluzit prin clivaj și unghiul axelor optice (mai mic); de sillimanit prin birefringență (mai slabă); de feldspat prin relieful mai puternic, prin densitatea și duritatea mai mare.

F. Grupa silicaţilor de aluminiu

Sînt minerale cu aceeaşi compoziţie chimică-globală, diferenţa de structură rezultînd din modul în care ionii de Al^{3+} sînt coordonaţi de ionii din oxigeni; la aceste minerale jumătate din sarcini sînt coordonate octaedric prin oxigeni aşezaţi paralel cu axul „c", iar cealaltă jumătate, la sillimanit este în coordonare 4, la andaluzit în coordonare 5 şi la disten în coordonare 6.

SILLIMANIT $Al[AlSiO_5]$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,975 : 1 : 0,702.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,44; b_0=7,59; c_0=5,75 Å. Z=4.

Habitus: cristale aciculare, nu se observă feţe terminale; feţele de prismă prezintă striaţiuni; se întîlneşte în mase radiare compacte, în agregate fibroase şi sub formă de incluziuni aciculare, adeseori cu aspect curbat, prinse în alte minerale (în cuarţ şi feldspaţi); dezvoltarea se face paralel cu axul „c". *Clivaj*: (010)bun. $H=7^1/_2-6^1/_2$. G=3,23–3,27. *Culoare*: cenuşiu, brun-deschis sau verde-deschis. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. α=1,654–1,661, β=1,658–1,662, γ=1,673–1,683, Δ=0,020. $2V\gamma$=21°–30°.

Diagnostic. Seamănă mult cu wollastonitul şi tremolitul; se deosebeşte prin insolubilitatea în acizi.

Ocurenţă. Mineral de metamorfism de contact la temperaturi înalte; este întîlnit la contactul rocilor eruptive şi chiar în rocile eruptive, ca produs al reacţiei cu roci bogate în alumină. Se mai întîlneşte în şisturile cristaline rezultate din metamorfismul regional, alături de andaluzit şi disten.

În România apare în unele granite gnaisice sau roci corneene de la contactul acestora (Răzoare, M. Bistriţei, M. Lotrului, M. Sebeşului, M. Godeanu, M. Poiana Ruscă, M. Parîng, M. Vulcan, Ocna de Fier, M. Mare, M. Gilău), în corneenele din jurul unor masive banatitice (M. Vlădeasa), al unor vulcanite neogene (Deva, Săcărîmb) şi a unor aluviuni actuale (V. Bistriţei, M. Cibin, Pianu de Sus). De asemenea se întîlneşte la Freiberg (R. D. Germană), Khasi Hills (India), Mogok (Birmania), Yorktown (statul New York — S.U.A.).

ANDALUZIT $Al_2[SiO_4]O$

Viridinul: o varietate bogată în mangan şi fier.

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,982 : 1 : 0,703.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,78; b_0=7,92; c_0=5,57 Å. Z=4.

Habitus: cristale prismatice, columnare, cu unghiul dintre prisme egal: 89°12′; în şisturile argilo-cărbunoase se întîlnesc cristale cu forme de cruce, care au primit denumirea de *chiastolit*, materia argilo-cărbunoasă dispunîndu-se după anumite direcţii cristalografice; rar în agregate granulare. *Clivaj*: (110) distinct-bun, (100) slab. $H=7^1/_2-6^1/_2$. G=3,13–3,16. *Culoare*: variabilă, incolor sau colorat în cenuşiu, galben, roz, roşu, verde-închis (varietatea care conţine mangan). *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. α=1,629–1,640, β=1,633–1,644, γ=1,638–1,650, Δ=0,01. $2V\gamma$=73°–86°.

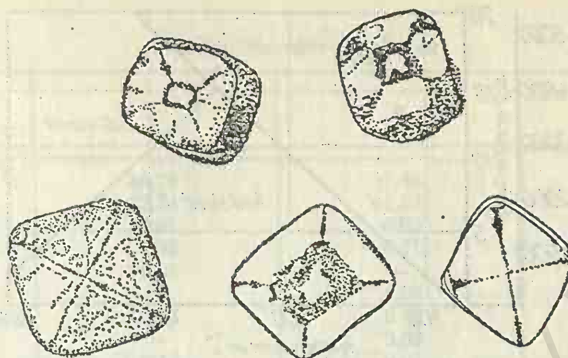


Fig. 164. Cristale de andaluzit cu aranjament regulat al incluziunilor.

Tabelul 231

Analize chimice de andaluzit

Oxizi	1	2	3
SiO_2	36,74	36,86	36,58
Al_2O_3	62,70	61,46	60,16
TiO_2	0,01	0,04	0,05
Fe_2O_3	0,36	0,60	1,82
FeO	0,05	—	—
MnO		<0,01	<0,01
MgO	0,03	0,22	0,16
CaO	0,02	0,20	0,22
Na_2O	—	—	0,03
K_2O	0,07	—	0,22
H_2O^+	0,15	0,64	0,86
H_2O^-	0,01	0,08	0,08
Total	100,14	100,11	100,19
	Numărul ionilor în baza 20 oxigeni		
Si	3,972	4,014	4,014
Al	7,994	7,888	7,780
Fe^{3+}	0,030	0,060	0,151
Mg	0,006	0,036	0,026
Ti	0,001	0,003	0,004
Fe^{2+}	0,005 } 8,05	— } 8,00	— } 8,02
Mn	—	—	—
Na	—	—	0,006
Ca	0,003	0,024	0,026
K	0,009	—	0,030

1 — Andaluzit; în şist cu andaluzit, sillimanit şi disten; M. Goat, Boehls Butte — Idaho; 2 — Andaluzit; Yellowknife — Canada; 3 — Andaluzit; Outpost Islands — Canada.

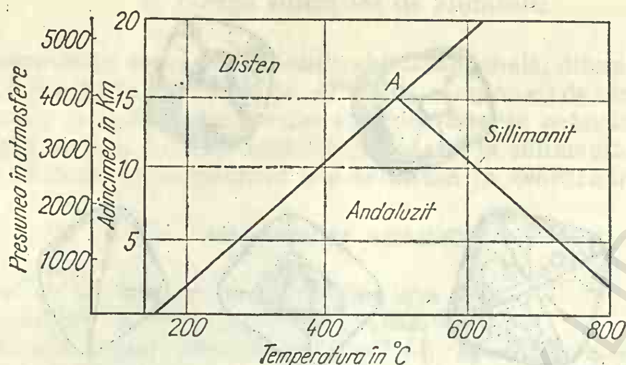


Fig. 165. Diagrama de stabilitate a mineralelor din seria silicaţilor de aluminiu.

Chimism şi structură. Formula chimico-structurală este calculată pornind de la baza egală cu 20 oxigeni. Este un mineral considerat pur din punct de vedere chimic; jumătate din ionii de Al^{3+} sînt prezenţi în coordonare octaedrică, iar cealaltă jumătate apare în coordonare 5. Ionii de Al^{3+} pot fi substituiţi parţial prin Fe^{3+}, iar după unii geochimişti şi prin Na^{+}, K^{+}, Ca^{2+} şi Mn^{2+}.

Pentru a concretiza stabilitatea mineralelor din seria silicaţilor de aluminiu prezentăm figura 165. Ţinînd seama de expresia regulii fazelor $F=C-L+2$, în parageneza andaluzit — sillimanit $C=1$, $F=2$, deci $L=1$, iar în parageneza andaluzit—sillimanit—disten $F=3$, deci $L=0$; rezultă că la o anumită temperatură prima parageneză este posibilă numai la o singură valoare a presiunii, pe cînd în cel de-al doilea caz asociaţia se găseşte în stare de echilibru numai la o singură valoare a temperaturii şi a presiunii. Este punctul triplu la 500°±50°C şi 4±0,5 kb.

DISTEN $Al_2[SiO_4]O$

Sinonim: *cyanit.*

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relaţia axială: a : b : c=0,899 : 1 : 0,709.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7,10$; $b_0=7,74$; $c_0=5,57$ Å. Z=4.

Habitus: cristale tabulare (100), alungite paralel cu „c", terminaţii rare. *Macle*: faţa de maclă (100), iar axul de maclă perpendicular pe (100), maclare polisintetică după (001) prin presiune; cristalele sînt flexibile şi apar deseori încovoiate sau răsucite. *Clivaj*: (100) perfect, (010) bun, (001) potrivit. *H*=variabilă pe faţa (100): 4—5 paralel cu „c", 6—7 paralel cu „b". *G*=3,53—3,65. *Culoare*: albastru, alb, rareori cenuşiu, verde, negru. Culoarea poate să dispară la încălzire. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos, sidefos pe suprafeţele de clivaj.

Proprietăţi optice: $\alpha=1,717$, $\beta=1,722$, $\gamma=1,729$. $\gamma \wedge c(100)=27°-32°$; $\gamma \wedge c(010)=5°-8°$; $\alpha \wedge a(001)=0°-3°$. $\Delta=0,015$. $2V\alpha=82°-83°$.

Transformări. Distenul se transformă, în timp, în mullit (mai uşor decît andaluzitul), la temperaturi de 1 300°C.

Alterare. Trece uşor în muscovit, uneori în clorit.

Diagnostic. Se caracterizează prin liniile de clivaj; relief marcat.

Chimism şi structură. În constituţia chimică (tabelul 232) întîlnim urme de elemente alcaline de titan şi fier. Structura se caracterizează prin grupe tetraedrice pentru Si^{4+} şi octaedrice pentru Al^{3+}.

Tabelul 232

Analize chimice de disten

Oxizi	1	2	3
SiO_2	36,76	37,46	37,49
Al_2O_3	62,74	61,52	60,43
TiO_2	0,01	0,03	—
Fe_2O_3	0,32	0,71	1,12
FeO	0,01	—	—
MnO	—	0,00	urme
MgO	0,04	0,03	0,09
CaO	—	0,02	0,15
K_2O	0,12	0,01	—
Na_2O	—	0,03	—
H_2O^+	0,14	} 0,05	0,79
H_2O^-	0,01		—
Total	100,15	99,87	100,07
Numărul ionilor în baza 20 oxigeni			
Si	3,972	4,057	4,087
Al	7,996	7,855	7,772
Fe^{3+}	0,026	0,058	0,091
Mg	0,006	0,005	0,015
Ti	0,001	0,003	—
Fe^{2+}	0,001	—	—
Na	—	0,006	—
Ca	—	0,002	0,018
K	0,017	0,001	—
(Al … K)	8,05	7,93	7,90

1 — Disten: în şisturi cu andaluzit-sillimanit-disten; M. Goat, Boehls Butte — Idaho; 2 — Disten: în cristale; Hällsjöberget, Warmland — Suedia; 3 — Disten: şist cuarţifer cu mică; Carpaţii Meridionali — R. S. România.

Alterare. Uneori se constată fenomene de substituire a cristalelor de disten prin mică, uneori prin pirofilit, transformări produse prin acţiunea soluţiilor alcaline. Formează deseori concreşteri regulate cu staurolitul.

Ocurenţă. Se formează în procesul de metamorfism regional, prin transformarea rocilor bogate în alumină, în condiţii de adîncimi mari. Este relativ rezistent din punct de vedere chimic, de unde se explică întîlnirea lui în aluviuni.

În România apare în formaţiuni pegmatitice în M. Preluca, M. Rodna, Ditrău, M. Făgăraş, M. Lotru, M. Sebeş, M. Poiana Ruscă. M. Semenic, M. Gilău. În unele nisipuri apare în Dobrogea Centrală, apoi la Doftana, precum şi în unele aluviuni recente pe Valea Bistriţei, la Pianu de Sus, Pianu de Jos, pe valea Sebeşului.

În alte ţări distenul este întîlnit la Villa Reca (Brazilia), la Lapsa Buru şi Kharsavan (India), la Boehls Butte în statul Idaho (S.U.A.), la Machakos (Kenya), la Prilepec (R. S. F. Iugoslavia).

G. Grupa staurolitului

STAUROLIT $FeAl_4[SiO_4]_2O_2(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic (pseudorombic), 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,473 : 1 : 0,682; β=90°.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,83; b_0=16,62; c_0=5,65 Å. Z=4.
Forme și unghiuri: (110)∧(1$\bar{1}$0)=50°26′; (001)∧(201)=55°17′.

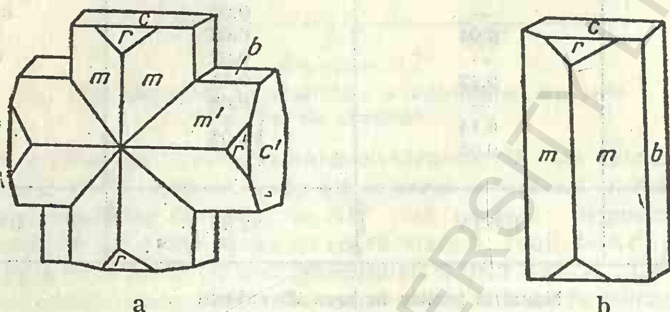


Fig. 166. Cristale de staurolit:
***a*—cristal; *b*—maclă.**

Habitus: cristale prismatice cu fețe (001) și (010), deseori scurte și groase. *Macle*: frecvente și caracteristice; se aseamănă cu o cruce în unghi drept după (032) sau oblică după planul (232), cînd determină un unghi de 60°. *Clivaj*: (010) slab. *H*=$7^1/_2$. *G*=3,74–3,83. *Culoare*: roșu-brun pînă la negru-brun. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. α=1,739–1,747, β=1,745–1,753, γ=1,752–1,761, Δ=0,012–0,014. 2Vγ=82°–90°; pleocroism (γ=galben auriu, β=galben-pal, α=incolor); orientarea: α=b, β=a, γ=c.

Chimism. Deseori în compoziția chimică ionii de Fe^{2+} pot fi înlocuiți parțial prin Mg^{2+}, Mn^{2+}, Ca^{2+}, Ni^{2+}, uneori Fe^{3+}. Mineral stabil din punct de vedere chimic.

Analiza chimică: SiO_2 27,50%; TiO_2 0,90%; Al_2O_3 49,89%; Fe_2O_3 6,16%; FeO 11,14%; MnO 0,29%; MgO 2,13%; CaO 0,10%; H_2O^+ 1,95 (staurolit, Sebeș — România) (Trif A., 1952).

Ocurență. Apare în urma proceselor de metamorfism regional. Este mineral de temperatură ridicată și este caracteristic șisturilor cristaline. De regulă, apare în roci bogate în alumină alături de disten, sillimanit, andaluzit, mice etc.

În România se găsește în paragnaise și micașisturi (M. Preluca, M. Maramureșului, M. Rodnei, M. Bistriței, M. Făgăraș, M. Lotru, M. Sebeș, M. Godeanu, M. Poiana Ruscă, M. Semenic, M. Gilău), în fracțiunea grea a unor nisipuri (în Dobrogea Centrală, în nisipuri apțiene — Telega, Doftana, în nisipul gresiei de Kliwa —) sau în unele aluviuni recente (Sebeșu de Jos, Sebeșu de Sus, Pianu de Sus).

Interesante sînt și aparițiile de staurolit din Gorob-Mine (Namibia), de la Aschaffenburg (Bavaria — R. F. Germania), Quimper (Bretania — Franța).

H. Grupa sfenului


SFEN $CaTi[SiO_4](O, OH, F)$

Sinonim: *titanit.*

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,753 : 1 : 0,854. β=119°43'.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=6,56; b_0=8,72; c_0=7,44 Å. Z=4.

Habitus: în general sub formă de cristale izolate; habitusul este extrem de variat din cauza numeroaselor combinații de forme; se întîlnesc frecvent prisme turtite, în formă de plic, care în secțiune transversală au formă de pană. Forme: (110), (111), (001). *Macle*: destul de frecvente, de întrepătrundere și de juxtapunere după (001) și (100). *Clivaj*: (110) bun. *H*=5–5¹/₂. *G*= =3,45–3,55. *Culoare*: galben, brun, cenușiu, roșu-brun, uneori negru. *Urmă*: albă. *Luciu*: adamantin.

Proprietăți optice. α=1,847–1,950; β=1,870–2,034, γ=1,943–2,110. $\gamma \wedge c$=51°. Δ= =0,10–0,19, 2Vγ=17–40°.

Chimism. Ca este deseori substituit prin Cr, Ba, Y, Na, Ce, iar Ti prin Al sau Fe, uneori prin Nb, Ta, V, Cr.

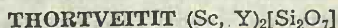
Ocurență. Se întîlnește deseori în cantități mici sub formă de mineral accesoriu în rocile magmatice (granite, sienite, trahite, andezite etc.). Sub formă de cristale mari se află în pegmatite, mai ales în pegmatitele asociate rocilor sienitice. Mai rar, în formațiuni metasomatice de contact, în urma acțiunii magmelor mai puțin acide asupra calcarelor. Uneori, ca mineral caracteristic în unele roci metamorfice (gnaise, șisturi cloritice și micacee etc.). Sfenul apare acumulat în aluviuni, adesea sub formă de cristale fragmentate.

Sub acțiunea soluțiilor hidrotermale se transformă într-un agregat de calcit+cuarț+rutil (anatas) criptocristalin. Sînt cunoscute, în urma descompunerii chimice, peliculele galbene, sub forma unei substanțe pulverulente fin disperse, numite *xanthotitan*.

Sfenul este un constituent accesoriu în numeroase roci, cu precădere în cele bazice. Se întîlnește în complexele de șisturi cristaline din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, în special în amfibolite. În legătură cu magmatismul paleozoic sau mai vechi este citat în masivul alcalin Ditrău în essexite și hornblendite. Este cunoscut și în granitele de Highiș, de Muntele Mare, în granitoidele de Codru; apoi în granitele, granodioritele, porfirele cuarțifere și diabazele de la Măcin, Greci, Camena; în magmatitele bazice ofiolitice din Carpații Meridionali (M. Parîng), M. Apuseni (M. Drocea, M. Metaliferi, M. Trascău), în magmatitele laramice de la Sasca Montană și în cele neogene din M. Călimani, Ghurghiu, Harghita.

Apare în alte țări la Pfunders, în Tirol, și la Sulzbachtal (Austria), la Greenville (Canada) și la Gonveneur (S.U.A.).

II. SILICAȚI CU GRUPĂRI DE DOI TETRAEDRI DE SiO_4 — SOROSILICAȚI


THORTVEITIT $(Sc, Y)_2[Si_2O_7]$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,767 : 1 : 0,552; β=103°8'.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=6,57; b_0=8,60$_0$ c=4,75 Å. Z=2.

Habitus: prismatic, bitetraedric. *Clivaj*: (110) bun, (001) slab. *Macle*: rar (110). $H=6-7$. $G=3{,}6$. *Luciu*: sticlos, adamantin. *Culoare*: verde-cenușiu.

Proprietăți optice. $\alpha=1{,}756$, $\beta=1{,}793$, $\gamma=1{,}809$. $\Delta=0{,}052$, $2V_\alpha=65°$.

Ocurență. Apare în pegmatitele din Iveland (Norvegia) și Befanemo (Madagascar).

HEMIMORFIT $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$

Sinonim: *calamina*.

Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2.

Relația axială: a : b : c=1,276 : 1 : 0,610.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10{,}720$; $b_0=8{,}400$; $c_0=5{,}120$ Å. Z=2.

Habitus: tabular, paralel cu (010); terminațiile superioare și cele inferioare sînt formate din fețe diferite, la terminația inferioară observîndu-se numai formele (21$\bar{1}$); mai frecvent sub formă de cruste cristaline cu structură radiară și în mase pămîntoase sau stalactitice, mai rar granulare. *Clivaj*: (110) perfect. $H=5$. $G=3{,}3-3{,}5$. *Culoare*: masele compacte sînt de culoare albă sau cenușie, uneori colorate în galben, brun, verde, albastru și albastru-deschis. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos, pe suprafețele de clivaj, sidefos.

Proprietăți optice. $\alpha=1{,}614$, $\beta=1{,}617$, $\gamma=1{,}636$, $\Delta=0{,}022$, $2V\gamma=46°$.

Alte proprietăți: piezoelectric și piroelectric.

Chimism. Prin încălzire pînă la 500° se îndepărtează jumătate din cantitatea de H_2O fără ca aceste cristale să-și piardă transparența; înlăturarea hidroxilului se realizează la o temperatură mai ridicată, cînd se distruge rețeaua cristalină.

Ocurență. Se formează în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri, de zinc și plumb, mai rar ca mineral primar în zăcămintele hidrotermale formate aproape de suprafață.

În România se întîlnește în zonele de oxidare ale unor mineralizații legate de filoane eruptive mezozoice (Șinca Nouă, Poiana Mărului), de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Rușchița, Băița—Bihor) și de provincia magmatică neogenă (Săcărîmb, Baia de Arieș).

Se găsește, de asemenea, în R. P. Polonă la Olkdusz în Silezia Superioară, în U.R.S.S. în zăcăminte din Kazahstanul Central, în Italia (Sardinia), în Algeria (Djebel Guergour), în S.U.A. (Leadville — Colorado; Franklin — New Jersey), în Mexic (Santa Eulalia).

LAWSONIT $CaAl_2[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2 2 2.

Relația axială: a : b : c=1,545 : 1 : 2,314.

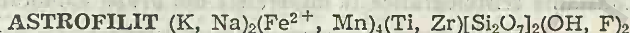
Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8{,}90$; $b_0=5{,}76$; $c_0=13{,}33$ Å. Z=4.

Habitus: cristale prismatice, uneori tabulare, paralel cu axul „c", agregate granulare masive. *Clivaj*: (100), (001) perfect, (110) slab. $H=6$. $G=3{,}05-3{,}12$. *Culoare*: alb, albastru-deschis, verde-deschis. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos, uneori gras.

Proprietăți optice. $\alpha=1,665$, $\beta=1,674-1,675$, $\gamma=1,684-1,686$, $\Delta=0,021$, $2V\gamma=76°-87°$.

Chimism. Din punct de vedere chimic lawsonitul se apropie de compoziția anortitului, diferențe esențiale apărînd în legătură cu structura, cu duritatea și greutatea specifică. Structura indică coordonare octaedrică pentru ioni de aluminiu în raport cu oxigenul și hidroxilul, alături de grupările anionice $[Si_2O_7]^{6-}$. Golurile din rețea sînt ocupate de ionii de calciu și moleculele de apă.

Ocurență. Este un mineral tipic pentru roci metamorfice. Se întîlnește în șisturile cu glaucofan, în Peninsula Tiburon (California — S.U.A.); în aceeași asociație apare în rocile din Piemonte (Italia), din Corsica, apoi de la Santa Clara (Cuba) și Kanto (Japonia).



ASTROFILIT $(K, Na)_2(Fe^{2+}, Mn)_4(Ti, Zr)[Si_2O_7]_2(OH, F)_2$

Sistemul de cristalizare: triclinic, pseudo-monoclinic.

Relația axială: a : b : c=0,565 : 1 : 0,256. $\alpha=89°$, $\beta=90°$, $\gamma=102°30'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=11,72$; $b_0=5,41$; $c_0=21,14$ Å. Z=4.

Habitus: cristale prismatice alungite după axa „a"; lamelele sînt casante. *Culoare*: galben, cafeniu-roșcat, auriu. *Clivaj*: (010), perfect, (100) slab. $H=3-3^1/_2$. $G=3,3-3,4$. *Luciu*: semimetalic, pe suprafețele de clivaj, sidefos.

Proprietăți optice. $\alpha=1,740$, $\beta=1,746$, $\gamma=1,765$, $\Delta=0,025$, $2V_\gamma=75°-87°$.

Ocurență. Este întîlnit în sienite nefelinice și granite sodice. Este prezent la Narsarsuh — Groenlanda, la Pikes Peak — Colorado, Peninsula Kola — U.R.S.S.



ILVAIT $CaFe_2^{2+}, Fe^{3+}[Si_2O_7](O, OH)$

Sinonim: *lievrit*.

Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2.

Relația axială: a : b : c=0,666 : 1 : 0,443.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8,84$; $b_0=13,10$; $c_0=5,87$ Å. Z=4.

Habitus: prisme striate vertical; frecvent se găsește în granule de formă neregulată sau în mase granulare compacte, uneori în agregate radiar-columnare. *Clivaj*: (100) și (010) perfect. $H=5^1/_2-6$; $G=3,81-4,1$. *Culoare*: negru cu nuanță brună sau verzuie. *Urmă*: negru-cenușie sau negru-brună. *Luciu*: semimetalic sau gras.

Proprietăți optice. În secțiuni subțiri aproape opac; valorile optice sînt incomplete: $\beta=1,89$, $\gamma=1,91-1,92$, $\Delta=0,02$, $2V\alpha=60°$.

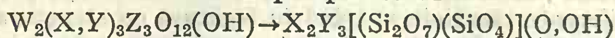
Transformări. Trece ușor în limonit.

Ocurență. Se găsește, de obicei, în zăcăminte metasomatice de contact, mai ales în zona skarnelor, în asociație cu granații, magnetitul, sulfurile de fier. S-a mai întîlnit în sienite nefelinice. A fost identificat prima oară la Rio Marina, în insula Elba, sub formă de cristale mari, la contactul rocilor piroxenice cu marmore. Se mai găsește la Trepça în R. S. F. Iugoslavia, la Kupferberg în R. D. Germană, în Capo di Bove în Italia, la Turinsk în U.R.S.S. și în sienite cu sodalit la Siorsuit (Groenlanda).

În R. S. România a fost identificat în skarnele de la Dognecea (varietatea mangan-ilvait) și de la Rușchița.

III. SILICAȚI CU GRUPE MIXTE — NEZO-SOROSILICAȚI

A. Grupa epidotului


$W_2(X,Y)_3Z_3O_{12}(OH) \rightarrow X_2Y_3[(Si_2O_7)(SiO_4)](O,OH)$

Grupa epidotului cuprinde mai multe minerale, silicați de calciu și aluminiu și mai puțin fier, mangan, ceriu etc. Silicatul de calciu și aluminiu este dimorf; se cunoaște modificația rombică și modificația monoclinică; restul grupului de minerale se cunosc doar în modificația monoclinică.

Tabelul 233

Constante cristalografice la mineralele din grupa epidotului

Specia	Subspecia	Formula	a : b : c	β
Zoizit	Zoizit	$Ca_2Al_3[SiO_4][Si_2O_7](O, OH)$	2,879 : 1 : 1,791	—
	Clinozoizit	$Ca_2Al_3[SiO_4][Si_2O_7](O, OH)$	1,583 : 1 : 1,814	115°27′
Epidot	Epidot	$Ca_2Fe^{3+}Al_2[SiO_4][Si_2O_7](O, OH)$	1,592 : 1 : 1,812	115°24′
	Piemontit	$Ca_2(Mn^{3+}, Fe^{3+}, Al)Al_2[SiO_4][Si_2O_7]$ (O, OH)	1,559 : 1 : 1,778	115°21′
Allanit	Allanit	$(Ca, Ce, La, Th)_2(Fe^{3+}, Mg, Fe^{2+})Al_2$ $[SiO_4][Si_2O_7](O, OH)$	1,562 : 1 : 1,779	115°0′
Lotrit	Lotrit	$Ca_2(Al, Mg, Fe^{2+}, Mn, Fe^{3+}, Ti)_3[SiO_4]$ $[Si_2O_7](O, OH) \cdot H_2O$	— — —	97°6′

ZOIZIT $Ca_2Al_3[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c=2,879 : 1 : 1,791.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=16,20—16,30; b_0=5,45—5,63; c_0= =10,04—10,21 Å. Z=4.

Habitus: cristale prismatice, fețele de prismă deseori intens striate; fețe terminale se întîlnesc rar; masele de zoizit au de cele mai multe ori o structură cilindrică sau granulară. *Clivaj*: (100) perfect. *H*=6. *G*=3,15—3,36. *Culoare*: cenușiu, verde, uneori roz, roșu, brun. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos, sidefos pe suprafețele de clivaj.

Proprietăți optice. α=1,685—1,705, β=1,688—1,710, γ=1,697—1,725; orientarea: α=b, β=a, γ=c; Δ=0,004—0,008, $2V\gamma$=0—60°.

Ocurență. Se întîlnește de regulă în roci metamorfice, în parageneză cu amfibolii (amfibolite, eklogite, corneene), în unele zăcăminte hidrotermale, alături de pirită și calcopirită, sau sub formă de produs de transformare hidrotermală petrecută asupra plagioclazilor bazici cînd, deseori, se obține un agregat constituit dintr-un amestec de zoizit—clinozoizit—albit — denumit *saussurit*. Se găsește în M. Matabatu (Tanzania), Borzovka (Ural — U.R.S.S.), Tytyri (Finlanda), Nagatoro (Japonia).

CLINOZOIZIT $Ca_2Al_3[Si_2O_7][SiO_4](O,OH)$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,87—8,88; b_0=5,59—5,61; c_0= =10,15—10,17. Z=2.

Habitus: cristale puternic alungite după axa „b" uneori cu aspect columnar, rar izometric; cristalele bine dezvoltate se caracterizează printr-o neobişnuită bogăţie de feţe; feţele paralele cu axa „α" sînt acoperite cu striaţiuni evidente, agregate granulare. *Macle*: rar, planul de maclă (100), mai rar (001). *Clivaj*: (001) perfect. *H*=6$^1/_2$. *G*=3,21—3,38. *Culoare*: incolor, galben-pal, galben, cenuşiu, verde. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. α=1,670—1,715, β=1,674—1,725, γ=1,690—1,734; $\alpha \wedge c$=0°—7°; Δ=0,005—0,015, $2V_\gamma$ =14°—90°.

Chimism. Conţine pînă la 10% Fe_2O_3

Ocurenţă. Clinozoizitul, ca şi epidotul, este constituent important în rocile metamorfice (şisturi sericitoase, micaşisturi, cuarţite etc.).

În România apare în şisturi cristaline în Carpaţii Orientali, Carpaţii Meridionali, M. Apuseni şi M. Dobrogei. Este mai abundent în unele amfibolite cu albit (M. Bistriţei, Rodnei, Poiana Ruscă, Bihor) şi în unele şisturi cloritoase cu albit (Masivele Leaota, Păpuşa, Vulcan, Bihor). Apare şi în granitele paleozoice din Dobrogea de Nord (Pricopan, Măcin, Greci, Iacobdeal), din Carpaţii Meridionali (M. Retezat, M. Banatului), fiind presupus de mulţi autori ca avînd origine primară. Se întîlneşte în gabbrouri şi diabaze paleo- şi mezozoice saussuritizate din M. Parîng şi M. Perşani, în roci magmatice banatitice (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oraviţa, Ocna de Fier, Săvîrşin, Băiţa—Bihor, Budureasa, Băişoara), în corneenele şi skarnele de la contactul acestora. Ca rezultat al proceselor de autohidratare apare în munţii Oaş, Gutîi, Ţibleş, Călimani, Gurghiu, Harghita.

EPIDOT $Ca_2Fe^{3+}Al_2[Si_2O_7][SiO_4](O,OH)$

Sinonim: *pistacit*.

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,88—8,98; b_0=5,61—5,64; c_0= =10,17—10,30 Å. Z=2.

Habitus: cristale prismatice, uneori alungite după axa „b"; rar izometric; agregate granulare. *Macle*: rar, plan de maclă (100), mai rar (001). *Clivaj*: (001) perfect. *H*=6$^1/_2$. *G*=3,21—3,38, în funcţie de conţinutul în Fe.

Forme cristalografice şi unghiuri:

(100) $\wedge$ (110)=55°11′	(001) $\wedge$ (011)=58°35′
(001) $\wedge$ (100)=64°36′	(001) $\wedge$ ($\bar{1}$11)=75°10′
(001) $\wedge$ ($\bar{1}$01)=63°32′	(100) $\wedge$ (10$\bar{1}$)=51°52′.

Culoare: este de obicei verde, de diferite nuanţe, galben, negru, cenuşiu; cu cît conţinutul în Fe este mai ridicat, culoarea este mai închisă. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice: α=1,715—1,751; β=1,725—1,784, γ=1,734—1,797, $\alpha \wedge c$=0°—15°; Δ=0,015—0,049.

Valorile proprietăţilor optice depind de conţinutul în Fe_2O_3, din componenţa chimică. În figura 317 sînt prezentate variaţiile greutăţii specifice,

indicii de refracţie şi birefringenţa în cadrul seriei izomorfe continue clinozoizit-epidot.

Chimism. Conţine între 10–25% Fe_2O_3.

Ocurenţă. Epidotul este frecvent întîlnit în rocile metamorfice de contact obţinute pe seama calcarelor, de regulă în asociaţie cu minerale de fier. Se constată că în skarne, deseori piroxenii, granaţii şi alţi silicaţi de calciu şi fier sînt înlocuiţi prin epidot, în urma proceselor metasomatice produse de soluţiile hidrotermale.

În România apare în şisturi cristaline, în Carpaţii Orientali, Carpaţii Meridionali, M. Apuseni şi M. Dobrogei. Mai abundent apare în unele amfibolite cu albit (munţii Bistriţei, Rodnei, Sebeş, Poiana Ruscă, Bihor) şi în unele şisturi cloritoase cu albit (Masivele Leaota, Păpuşa, Vulcan, Bihor). Este întîlnit şi în granitele paleozoice din Dobrogea de Nord (Pricopan, Măcin, Greci, Iacobeal), în Carpaţii Meridionali (M. Retezat, M. Banatului), unde a fost presupus de mulţi autori ca fiind de origine primară. De asemenea în gabbrouri şi diabaze paleo- şi mezozoice saussuritizate din Carpaţii Meridionali (M. Paring şi Perşani), în roci magmatice banatitice (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oraviţa, Ocna de Fier, Săvîrşin, Băiţa-Bihor, Budureasa, Băişoara), în corneenele şi skarnele de la contactul acestora. Ca rezultat al proceselor de autohidratare apare în munţii Oaş, Gutîi, Ţibleş, Călimani, Gurghiu, Harghita.

PIEMONTIT $Ca_2(Mn^{3+}, Fe^{3+}Al)_2Al[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8{,}93$; $b_0=5{,}70$; $c_0=10{,}44$ Å; $\beta=115°21'$. $Z=2$.

Habitus: prismatic. *Macle*: (100) destul de rare. *Clivaj*: (001) perfect. *Culoare*: roşu, brun-albicios, violet în secţiuni subţiri. $H=6$. $G=3{,}45-3{,}52$.

Chimism. În esenţă este vorba de un epidot manganifer. În piemontit conţinuturile în Al, Fe şi Ca variază în funcţie de condiţiile termodinamice de formare. În figura 167 se observă variaţia acestor conţinuturi. Conţine între 12% şi 28% $Mn_2O_3+Fe_2O_3$.

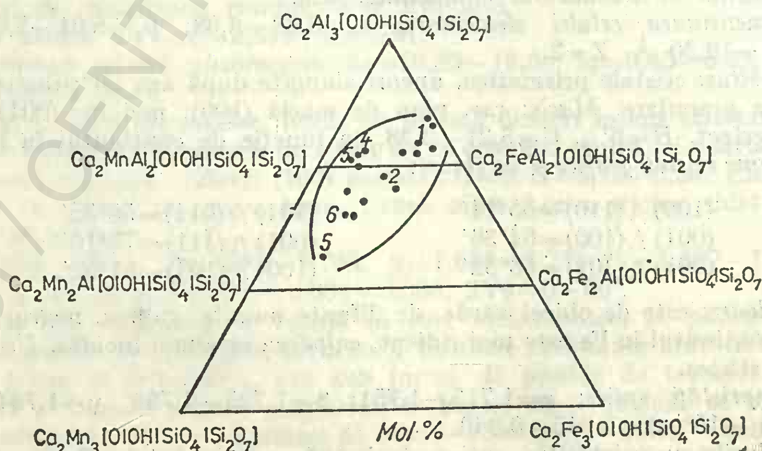


Fig. 167. Variaţia compoziţiei piemontitului.

Analize chimice pentru clinozoizit, epidot, piemontit

	1	2	3	4	5	6	
SiO_2	40,36	39,08	38,92	37,96	36,55	36,63	SiO_2
TiO_2	0,09	—	0,27	—	0,31	0,21	TiO_2
Al_2O_3	30,67	30,96	28,50	27,34	12,43	17,21	Al_2O_3
Fe_2O_3	0,61	4,13	6,21	8,88	6,43	6,85	Fe_2O_3
FeO	1,77	0,42	0,37	0,97	22,00	17,78	Mn_2O_3
MnO	—	0,01	0,30	0,16	—	—	FeO
MgO	0,74	0,01	urme	0,34	—	—	MnO
CaO	22,62	23,32	23,51	22,07	—	0,85	MgO
H_2O^+	3,50	1,86	2,16	2,14	16,10	18,98	CaO
H_2O^-	0,00	0,01	—	0,08	2,59	—	Na_2O
					0,59	—	K_2O
					3,02	1,75	H_2O^+
					—	—	H_2O^-
Total	100,36	99,80	100,26	99,94	100,02	100,26	

Numărul ionilor în baza 13 (O, OH)

	1		2		3		4		5		6		
Si	3,011	3,01	3,003	3,00	2,999	3,00	2,963	3,00	2,986	3,00	3,004	3,00	Si
Al	—		—		0,001		0,037		0,014		—		Al
Al	0,698	2,74	2,804	3,04	2,589	2,97	2,479	3,00	1,640	3,00	1,204	3,00	Al
Ti	0,005		—		0,016		—		0,013		0,019		Ti
Fe^{3+}	0,034		0,238		0,360		0,522		0,420		0,398		Fe^{3+}
									1,102: 0,927		1,376		Mn^{3+}
Mg	0,082	2,00	0,001	1,95	—	1,99**	0,039	1,96	0,175	1,94	—	1,89**	Mg
Fe^{2+}	0,110		0,026		0,024		0,063		0,103		—		Fe^{2+}
Mn^{2+}	—		—		0,019		0,011		—				
Ca	1,807		1,920		1,942		1,846		1,658		1,410		Ca
									—		0,472		Na
OH	1,742		0,952		1,111		1,114		0,950		1,656		OH

1 — Clinozoizit: cuarțite; Kälviä — Finlanda (H i e t a n e u, 1938); 2 — Clinozoizit: amfibolite; M. Camaderry Wicklow (J o h n s t o n, 1949); 3 — Epidot asociat plagioclazului. (An_{80}); filit; Libramont — Belgia; 4 — Epidot-proclorit-apatit-ortoclaz pegmatit în diorite; Hawlcyville (L a p h a m, 1957); 5 — Piemontit, Långban — Suedia (M a l m g v i s t, 1929); 6 — Piemontit, pegmatit; Chikla Bhandara — India (B i l g r a n i e, 1956).
* — inclusiv Na=0,003; ** — inclusiv Na=0,412, K=0,0062.

ALLANIT (Ca, Ce, La, Th)$_2$(Fe^{3+}, Mg, Fe^{2+})$Al_2[Si_2O_7][SiO_4]$(O, OH)

Sinonim: *ortit.*

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,562 : 1 : 1,779; β=115°0′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,98; b_0=5,75; c_0=10,23 Å. Z=2.

Habitus: cristale tabulare, paralele după (100), prismatice, alungite după axa „b", agregate granulare compacte. *Clivaj* și *spărtură*: (001) slab; concoidală.

$H=5-6^1/_2$. $G=3,4-4,2$. *Culoare*: alb. brun. *Urmă*: verde, brună. *Luciu*: sticlos.

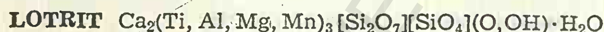
Proprietăți optice. $\alpha=1,69-1,79$, $\beta=1,70-1,81$, $\gamma=1,71-1,83$; $\alpha \wedge c=1°-42°$; $\Delta=0,01-0,04$, $2V_\alpha=40°-123°$; forma metamictică: $n=1,54-1,72$.

Chimism. Adiționează deseori Th, Be, Na, K, sesizate numai prin analizele chimice de mare precizie. Varietățile cu mult Th sînt radioactive. Există serii continui între varietățile allanit (ortit), allanit (ortit) magnezian și allanit fosforifer (nagatolit).

Transformări. Allanitul își pierde structura cristalină datorită radiațiilor elementelor din grupa TR, devenind metamictic și izotrop. Datorită faptului că absoarbe apa, greutatea specifică devine mai mică.

Ocurență. Allanitul este un component accesoriu rar al rocilor magmatice, în special al pegmatitelor. Se întîlnește la Criffel (Scoția) și Strigan (Silezia, R. P. Polonă). Apare, de asemenea, în roci metamorfice (gnaise, șisturi cristaline, minereuri de fier și mangan).

În România se găsește în șisturi cristaline (munții Făgăraș, Lotru, Godeanu); în roci granitoide de vîrstă paleozoică sau mai veche (Ditrău, munții Lotru, Paring, Vulcan, Retezat, Petreanu, Muntele Mic); în corneene Masivul Parîng); în provincia banatitică (Ocna de Fier); în aluviuni cuaternare Ditrău); în minereul de fier de la Vf. Bou (Rușchița).



LOTRIT $Ca_2(Ti, Al, Mg, Mn)_3[Si_2O_7][SiO_4](O,OH) \cdot H_2O$

Acest mineral a fost descris în România pentru prima dată în lume (Murgoci, 1900); în literatura străină este regăsit deseori sub numele de pumpellyit, sub care a fost descris ulterior.

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m; $\beta=97°6'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8,81$; $b_0=5,94$; $c_0=19,14$ Å. Z=2.

Habitus: agregate granulare compacte. *Macle*: (001), (100) destul de comune. *Clivaj*: (001), (100) potrivit. $H=6$. $G=3,18-3,23$. *Culoare*: verde, verde-brun, brun-deschis, galben. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice: $\alpha=1,674-1,702$, $\beta=1,675-1,715$, $\gamma=1,688-1,722$, $\Delta=0,012-0,022$, $2V\gamma=26°-85°$.

Chimism și structură. Structură reticulară, care nu este încă bine studiată. Se apropie de cea a lawsonitului și a epidotului. Analizele chimice au pus

Tabelul 235

Analize chimice

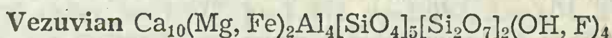
	1		2		2
SiO_2	39,44	SiO_2	40,53	TiO_2	0,41
$Al_2O_3+Fe_2O_3$	28,33	Al_2O_3	21,81	Na_2O	0,89
CaO	22,21	Fe_2O_3	8,01	K_2O	0,06
MgO	3,20	FeO	1,53	H_2O	1,43
Na_2O	0,93	MnO	0,30		
H_2O	6,58	MgO	4,06		
		CaO	20,95		

Masivul Parîng – România: 1. Murgoci M. G. (1900); 2. Rădulescu D. (1961).

în evidență existența în compoziția mineralului atît a grupărilor OH, cît și a moleculelor H_2O, alături de elemente bivalente și trivalente (Ca, Al, Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mn, Mg, Ti), unde raportul este (Al, Fe^{3+}, Ti): (Mg, Fe^{2+}, Mn) = 5 : 1.

Ocurență. Apare în șisturi cristaline, în corneene cu silicați de calciu la contactul serpentinitelor. În România se găsește în corneene cu silicați de calciu la contactul serpentinitelor mezozoice, în M. Parîng (M. Găuri, Muntinu, Urdele), asociat cu zoizit și clinozoizit.

B. Grupa vezuvianului



Vezuvian $Ca_{10}(Mg, Fe)_2Al_4[SiO_4]_5[Si_2O_7]_2(OH, F)_4$

Sinonime: *idocraz*; *wiluit* (varietatea de culoare verde-brun, întîlnită în Iacuția — U.R.S.S.).

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c = 1 : 0,757.

Dimensiunea celulei elementare: a_0 = 15,66, c_0 = 11,85 Å. Z = 4.

Forme și unghiuri:

(001) ∧ (112) = 28°11′	(101) ∧ (011) = 50°32′
(001) ∧ (101) = 37°08′	(211) ∧ (121) = 31°36′
(001) ∧ (301) = 66°14′	

Habitus: sînt caracteristice cristalele prismatice, mai rar bipiramidale, care se găsesc de obicei în cavități; sînt cunoscute și cristalele tabulare, combinațiile de forme (110), (100), bipiramidale (111) și de pinacoid (001); granule. *Clivaj*: (110) slab. *H* = 6 – 7. *G* = 3,33 – 3,43. *Luciu*: sticlos sau gras. *Urmă*: albă. *Culoare*: galben, cenușiu, verde, brun, cu diferite nuanțe, uneori negru, mai rar albastru-deschis, roșu și roz. Vezuvianul cromifer se caracterizează printr-o culoare verde-intens ca smaraldul.

Proprietăți optice. α = 1,703 – 1,752, β = 1,700 – 1,746, Δ = 0,001 – 0,008; uniax negativ.

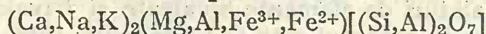
Chimism. Sînt variații în chimism. Deseori apar înlocuiri ale Ca prin Mg sau Fe^{2+} și mai rar, în cantități mici, prin Na, K și Mn. Pozițiile Al sînt înlocuite prin Fe^{3+}, Ti. Cu totul întîmplător asistăm și la prezența Be în constituția chimică a mineralului (în varietatea vezuvian berilifer).

Ocurență. Vezuvianul este un mineral destul de frecvent în unele formațiuni metasomatice de contact, care au luat naștere pe seama calcarelor și dolomitelor. Mai rar se întîlnește în roci metamorfice, în serpentinite, șisturi cloritoase, gnaise, formîndu-se în urma acțiunii componentelor volatile asupra mineralelor primare bogate în calciu. Sub acțiunea soluțiilor hidrotermale, vezuvianul este înlocuit prin clorite, mice, talc, calcit.

În România se găsește în corneene silico-calcaroase, legate de serpentinitele mezozoice (M. Parîng), și mai ales în skarne, legate de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Vața de Jos, Băița—Bihor, Budureasa).

În alte țări apare în Italia la Monte Soma (Vezuviu), în U.R.S.S., în Mexic la Conception del Oro.

C. Grupa melilitului



$(Ca,Na,K)_2(Mg,Al,Fe^{3+},Fe^{2+})[(Si,Al)_2O_7]$

Mineralele din această grupă au o compoziție chimică complexă. Sînt considerate ca derivînd de la akermanit $Ca_2Mg[Si_2O_7]$, purtătorul structurii, și gehlenit $Ca_2Al[(Si, Al)_2O_7]$, formula cristalelor mixte fiind rezultatul înlocuirii $Mg^{2+}+Si^{4+} \rightleftarrows 2\,Al^{3+}$, deci: $Ca_2(Mg, Al, Fe^{3+}, Fe^{2+})[(Si, Al)_2O_7]$.

Melilitele conțin în plus Na și Fe, elemente care se găsesc în rețeaua cristalină în poziții aparținînd Ca, respectiv Mg. Înlocuirile nu mai depind riguros una de alta; ele sînt influențate de valorile sarcinilor care apar în procesele de înlocuire. În structurile lor cristaline apar anioni insulari de Si_2O_7.

AKERMANIT $Ca_2Mg[Si_2O_7]$

Sistemul de cristalizare: patratic-scalenoedric.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7,84$; $c_0=5,01$ Å. Z=2.

H=5—6. *G*=2,944. *Culoare*: incolor, gri-verzui, brun. *Clivaj*: (001) potrivit.

Proprietăți optice. $\omega=1,632$, $\varepsilon=1,640$, $\Delta=0,08$; uniax pozitiv.

Ocurență. Este caracteristic proceselor de metamorfism a șisturilor și a dolomitelor. Se găsește la Monte Soma — Vezuviu (Italia).

MELILIT $(Ca, Na)_2(Mg, Al, Fe^{3+}, Fe^{2+})[(Si, Al) SiO_7]$

Sistemul de cristalizare: patratic-scalenoedric.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7,8$; $c_0=5,0$ Å. Z=2.

H=5—6. *G*=2,95—3,05. *Culoare*: galben-închis, brun, verde-brun.

Proprietăți optice. $\omega=1,624-1,666$, $\varepsilon=1,616-1,661$. *Pleocroism*: ω= =brun-auriu, ε=incolor. $\Delta=0,001-0,013$; uniax pozitiv (negativ).

Ocurență. Este un mineral caracteristic proceselor metamorfice de temperatură înaltă a șisturilor cristaline, a rocilor cu feldspatoizi și a bazaltelor cu melilit. Este răspîndit în M. Elgon (Uganda), la Capi di Bove, Vezuviu (Italia), la Iron Hill (Colorado — S.U.A.), în Peninsula Kola (U.R.S.S.).

GEHLENIT $Ca_2Al[(Al, Si) SiO_7]$

Sistemul de cristalizare: patratic-scalenoedric.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7,69$; $c_0=5,08$ Å. Z=2.

H=5—6. *G*=3,038. *Clivaj*: (001) potrivit. *Culoare*: incolor, gri, verde, brun.

Proprietăți optice. $\omega=1,669$, $\varepsilon=1,658$. $\Delta=0,011$; uniax negativ.

Ocurență. Este caracteristic proceselor de metamorfism de contact. Apare la Luna County (în nordul Mexicului — S.U.A.), apoi la Fassathol (Tirol — Austria) și Velardena (Mexic).

IV. SILICAȚI CU GRUPĂRI INELARE DE 3, 4 ȘI 6 TETRAEDRI DE SiO_4 — CICLOSILICAȚI

AXINIT $(Ca, Mn, Fe^{2+})_3Al_2(BO_3)[Si_4O_{12}](OH)$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: a : b : c=0,492 : 1 : 0,480; $\alpha=82°26'$; $\beta=95°20'$; $\gamma=135°35'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=12,87$; $b_0=7,15$; $c_0=8,91$ Å. Z=2.

Forme și unghiuri:

(010) ∧ (1$\bar{1}$0) = 135°25′ (010) ∧ (011) = 45°12′
(0$\bar{1}$0) ∧ (1$\bar{2}$0) = 28°58′ (010) ∧ ($\bar{1}$21) = 33°20′

Habitus: determinat de predominanța fețelor (110), pe care se observă de obicei striații. Formează vinișoare sau mase compacte constituite din mase foioase sau tabulare. *Clivaj*: (100) bun. $H=6^1/_2-7$. $G=3,26-3,36$. *Culoare*: brun-cafeniu, roșu, roz, violet, albastru, alb-cenușiu, galben (*mangano-axinit*); din cauza incluziunilor de clorit capătă uneori o culoare verzuie sau cenușie. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. $\alpha=1,677$, $\beta=1,684$, $\gamma=1,687$, $\Delta=0,01$, $2V_\alpha=63°-80°$.

Ocurență. Se întîlnește ca mineral hidrotermal în cavitățile din rocile granitice, dioritice etc.; ca mineral specific zonelor de contact și mai rar ca însoțitor în zăcămintele metalifere hidrotermale filoniene. Destul de frecvent apare pe diaclaze în roci metamorfice, îndeosebi în șisturi bogate în alumină.

În U.R.S.S. se găsește în M. Ural, în Asia Centrală Sovietică, în Altai; în Franța la Bourg d'Oisans, Barèges, în Pirinei; în Elveția, în șisturile cristaline de la Scopi; în R. D. Germană în M. Harz; în Italia în regiunile Manzoni și Baveno; în Anglia la Botallak (comitatul Cornwall).

BERIL $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c = 1 : 0,9975.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,230$; $c_0=9,190$ Å. Z=2.

Habitus: columnar sau prismatic (10$\bar{1}$0) și pinacoidal (0001). Mar rar în mase compacte și agregate columnare. *Clivaj*: (0001) imperfect. $H=7^1/_2-8$. $G=2,63-2,80$. *Culoare*: alb-verzui, galben, gălbui-verde, albastru-deschis, verde-deschis, uneori roz; se întîlnesc și varietăți incolore, transparente. După culoare se disting următoarele varietăți: smarald (verde-intens), aquamarin (albăstrui), vorobierit (roz), heliodor (galben), (morganit (roz). *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. $\omega=1,570-1,600$, $\varepsilon=1,560-1,590$, $\Delta=0,004-0,008$; uniax negativ.

Chimism și structură. În chimismul mineralului se remarcă frecvent prezența elementelor alcaline (Na, K și Cs). În funcție de conținutul în BeO se modifică valorile indicilor de refracție, densitatea etc. Densitatea crește odată cu mărirea procentului de BeO, în timp ce indicii de refracție descresc odată cu descreșterea proporției de BeO.

Structura cristalină în proiecție pe planul (0001) prezintă cîte doi radicali inelari (unul sub altul) dispuși în vîrfurile unui romb și rotiți unul în raport cu altul. Între radicalii inelari sînt dispuși ionii de Al și Be, dar nu la același nivel, ci între strate de inele; în acest mod se realizează o legătură atît pe verticală, cît și lateral. Ionii de aluminiu se găsesc în coordonare octaedrică, iar ionii de beriliu în coordonare tetraedrică. Inelele aparținînd radicalilor anionici determină canale în interiorul cărora sînt reținuți ioni de Na, K, Cs și chiar H_2O.

Analiza chimică: SiO_2 64,50%; Al_2O_3 18,75% Fe_2O_3 0,81%; BeO 12,60%; CaO 0,48%; MgO 1,03%; Na_2O 1,41%; K_2O 0,49%; H_2O 0,37% (Beril, Teregova, România—Hurduzeu, 1962).

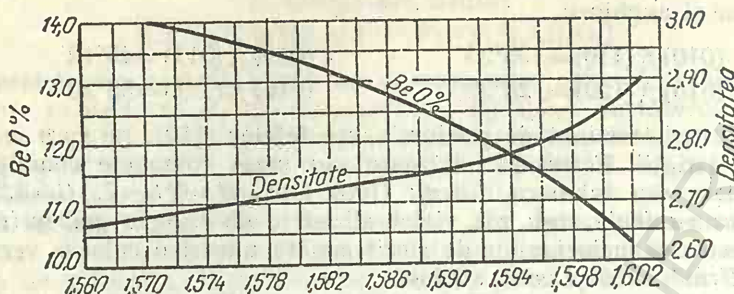


Fig. 168. Relaţia între conţinutul în BeO, indicii de refracţie şi densitate.

Ocurenţă. Se întîlneşte frecvent în filoane pegmatitice, în roci intruzive acide, în formaţiuni metasomatice de contact şi în roci metamorfozate pneumatolitic—greisene. Este din punct de vedere chimic destul de stabil; se întîlneşte sub formă de cristale rulate în aluviuni.

În filoane pegmatitice apare în R. S. România la Răzoare, Armeniş, Teregova, Voislova, Masivul Gilău, iar în aluviuni în Masivul Muntele Mic.

Importante, prin calităţile şi dimensiunile cristalelor, sînt acumulările de beril din U.R.S.S., de la Takovais, Mursinsk (Ural), din S.U.A. (la Branchville — statul Maine, la Keistone — statul Dakota), din Brazilia (la Picui), din Columbia (la Muzo) şi din Africa de Sud (la Namib).

CORDIERIT $Al_3(Mg, Fe^{2+})_2[AlSi_5O_{18}]$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,587 : 1 : 0,558.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=17,13; b_0=9,80; c_0=9,35 Å. Z=4.

Habitus: rar sub formă de cristale izolate; în general are formă prismatică cu habitus pseudohexagonal din cauza maclării; frecvent în mase compacte sau granule diseminate de formă neregulată. *Macle*: plan de maclă (110). *Clivaj*: (010) slab, (001) imperfect. *H*=7. *G*=2,53—2,78; variază în funcţie de conţinutul în Fe. *Culoare*: incolor; mai frecvent colorat în diverse nuanţe de albastru şi violet; mai rar gălbui, alb sau brun. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. α=1,522—1,558, β=1,524—1,574, γ=1,527—1,578 (variaţii în funcţie de conţinutul în Fe), Δ=0,005—0,018, $2V_\alpha$ =65°—104°.

Chimism şi structură. Cordieritul variază din punctul de vedere al compoziţiei nu numai prin conţinutul în Mg şi Fe, dar şi prin faptul că prezintă deseori un exces de SiO_2, unele alcalii şi apă, acestea din urmă probabil în cavităţi sau în canalele paralele cu axa „c", din structura cristalină. Reţeaua cristalină se aseamănă cu cea a berilului, deosebirea constînd în faptul că spaţiile, aparţinînd în primul caz ionilor de beril, sînt ocupate aici prin ioni de aluminiu. În complexul anionic inelar un singur Si este înlocuit cu Al, ceea ce permite compensarea sarcinii suplimentare a cationilor.

Incluziuni. Cordieritul conţine deseori incluziuni de sillimanit, spinel, staurolit, zircon, apatit.

Transformări. Trece uşor în diverse produse secundare, ce constau din biotit, muscovit, clorit, precum şi substanţe izotrope. Cînd se transformă în special în mică, îmbrăcînd aspect lamelar, cordieritul poartă denumirea

de *gigantolit*, iar cînd aspectul lamelar lipsește este denumit *pinit*. De asemenea, atunci cînd produsul de alterare constă în special în clorit și prezintă formă lamelară este denumit *clorofilit*, iar dacă forma lamelară lipsește este denumit *prasiolit*.

Ocurență. Cordieritul se întîlnește frecvent în șisturi cristaline, în roci eruptive metamorfozate, în unele lave și uneori în aluviuni.

În România apare ca produs al metamorfismului avansat (munții Căpățînii, Godeanu, Gilău), în gnaise și micașisturi; în produsele metamorfismului de contact termic, în jurul unor intruziuni paleozoice (Ocna de Fier, Muntele Mare, Turcoaia) și banatitice (Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Arieșeni), ca și la contactul magmatitelor neogene (M. Țibleșului, Deva, Uroiu, Săcărîmb, Săliște). În fracțiunea grea a unor nisipuri aluvionare a fost citat la Praid.

În U.R.S.S. este citat la Murzinca (Transbaicalia), în Finlanda la Abö, Orijärvi, Attu, în Spania la Cabo de Gata, în Japonia la Hitati, în S.U.A. la New Haven, în Norvegia la Kragerö, în Suedia la Falun.

TURMALINĂ $(Na, Ca)(Mg, Fe^{2+}, Mn, Li)_3(Al, Fe^{3+}, Ti)_6 [BO_3]_3 [Si_6O_{18}] (OH, F)_4$

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 m.
Relația axială: a : c = 1 : 0,448.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0 = 15{,}95$, $c_0 = 7{,}24$ Å. Z = 3.
Forme și unghiuri:

$(0001) \wedge (10\bar{1}1) = 27°20'$ $\quad$ $(10\bar{1}1) \wedge (\bar{1}101) = 46°52'$

$(02\bar{2}1) \wedge (\bar{2}021) = 77°0'$ $\quad$ $(32\bar{5}1) \wedge (\bar{3}5\bar{2}1) = 66°1'$

$(0001) \wedge (02\bar{2}1) = 45°57'$ $\quad$ $(32\bar{5}1) \wedge (5\bar{3}\bar{2}1) = 42°36'$

Habitus: cristalele au habitus columnar; alungite după axul ternar de simetrie; rar se întîlnesc cristale prismatice scurte (pe fețele de prismă se constată striațiuni verticale caracteristice pentru turmaline); deseori sub formă de agregate baccilare radiare (snopi de turmalină), fibroase sau aciculare, încrucișate; frecvent în mase granulare compacte, uneori criptocristaline. *Clivaj*: $(11\bar{2}0)$, $(10\bar{1}1)$ slab. *Macle*: rar $(10\bar{1}1)$ și $(40\bar{4}1)$. *H* = 7. *G* = 3,0 – 3,25; variază odată cu creșterea conținutului în Fe. *Culoare*: de regulă depinde de compoziția pe care o prezintă varietățile lipsite de fier; sînt colorate în diferite nuanțe de verde, roz și roșu. Culoarea roz se datorește prezenței Mn, Li

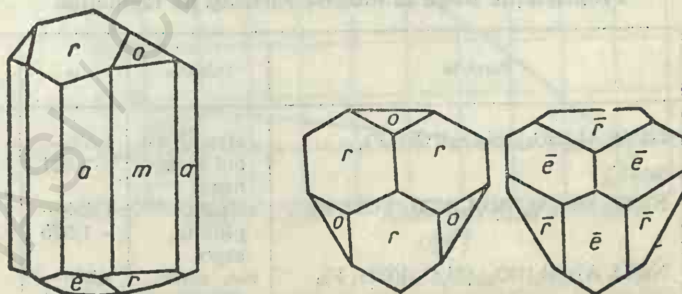


Fig. 169. Cristale de turmalină.

și Cs. Turmalinele bogate în Mg sînt colorate în brun și în galben. Varietățile ferifere sînt intens colorate în nuanțe închise (negru, verde-închis, albastru-închis și brun-închis). Rar se întîlnesc și varietăți incolore, transparente. Într-o secțiune transversală se remarcă existența zonelor poligonale, mai intens colorate în centrul cristalului, iar spre periferie capătă diverse nuanțe devenind din ce în ce mai slab colorate. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Chimism și structură. Compoziția chimică a turmalinei variază foarte mult. În funcție de chimism și culoare se cunosc mai multe varietăți: dravit, schorlit, elbait, rubelit, indigolit, uvit etc. Se cunosc termenii seriei duble, de la dravit pînă la schorlit și de la schorlit pînă la elbait; nu se cunoaște seria dravit-elbait. Se remarcă frecvent substituiri a 2 $Al^{3+} \rightleftarrows Mg^{2+} + Si^{4+}$ sau $Mg^{2+} + Fe^{2+} \rightleftarrows Li^{+} + Al^{3+}$ și care sînt independente de variația Ca^{2+} și Na^{+}.

Tabelul 236

Analize chimice

Oxizi	%	Numărul ionilor în baza 31 (O, OH)	
SiO_2	35,11	Si	5,869
TiO_2	0,46	B	2,814
B_2O_3	9,79	Al	6,000
Al_2O_3	36,63	Al	1,215
Fe_2O_3	3,83	Fe^{3+}	0,482
FeO	7,27	Mg	0,713
MnO	0,12	Ti	0,060
MgO	2,87	Fe^{2+}	1,025
CaO	0,73	Mn	0,010
Na_2O	1,06	Na	0,341
K_2O	0,13	Ca	0,120
H_2O^+	2,33	K	0,020
H_2O^-	0,20	OH	2,613
Total	100,54		

Turmalină (Schorlit); Sasca Montană, România (Constantinescu E., 1976).

Tabelul 237

Proprietățile fizice la diferite varietăți de turmalină

Specia	Formula	Culoarea	ω	ε
Dravit	$NaMg_3Al_6[BO_3]_3[Si_6O_{18}](OH, F)_4$	cafeniu, gălbui-închis, negru	1,635—1,661	1,610—1,632
Schorlit	$Na(Fe, Mn)_3Al_6[BO_3]_3[Si_6O_{18}](OH, F)_4$	cafeniu pînă la negru	1,655—1,675	1,625—1,650
Elbait	$Na(Li, Al)_3Al_6[BO_3]_3[Si_6O_{18}](OH, F)_4$	roz, verde, albastru	1,640—1,655	1,615—1,630

Tabelul 238

Variațiile constantelor fizice

Specia	a_0	c_0	c/a	Δ	G	uniax
Dravit	15,942	7,224	0,4530	0,022—0,025	3,03—3,15	(—)
Schorlit	16,032	7,149	0,4465	0,025—0,035	3,10—3,25	(—)
Elbait	15,842	7,099	0,4485	0,015—0,023	3,03—3,10	(—)

În cadrul celor două serii se remarcă variații ale constantelor fizice în funcție de compoziția chimică. Variații caracteristice apar pentru constantele a, b, raport c/a, precum și creșteri continue ale valorilor indicilor de refracție și birefringență, simultan cu creșterea rației Fe^{2+}, Fe^{3+} și Mn^{2+}, în raport cu baza de 31 (O, OH, F). Structura cristalină a turmalinei este caracterizată prin dispoziția bietajată a complecșilor anionici inelari, unde cationii din gruparea anionică sînt reprezentați prin Si^{4+}, în proporție de 1/2, cea de a doua jumătate fiind dată de cationi de B^{3+} și Al^{6+}. În această situație, ionii de siliciu înconjurați tetraedric prin ioni de oxigen aparțin unui singur nivel al grupării inelare anionice, constituite din șase tetraedri, inele cu simetrie ditrigonală, avînd o axă ternară și trei plane de simetrie care trec prin acest ax. Cel de al doilea nivel al fiecărui inel bietajat (conjugat) este reprezentat prin cationi de Al^{3+} și B^{3+}, coordonați tot tetraedric prin ioni de oxigen, determinînd suprafețe asemănătoare cu un triunghi. Aceste inele bietajate sînt situate în vîrfurile celulei elementare romboedrice și se leagă între ele prin intermediul ionilor de Mg^{2+} și Al^{3+}, care de astă dată apar în coordonare

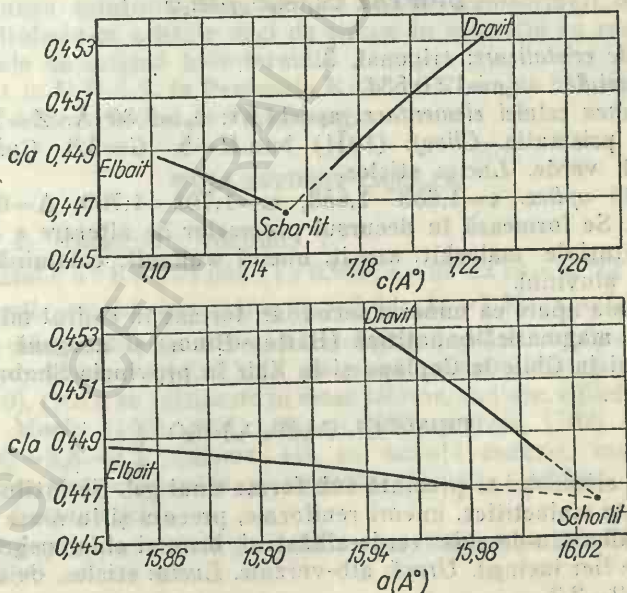


Fig. 170. Relația axială și dimensiunea celulei elementare (după Epprecht, 1953).

octaedrică. Aceşti ioni sînt legaţi între ei prin intermediul ionilor de oxigen comuni, formînd în structura cristalină lanţuri elicoidale, paralele cu trigiroidele din dreapta şi din stînga celulei romboedrice. Ionii de Ca^{2+} şi Na^{+} sînt prezenţi tot în coordonare octaedrică şi se situează pe aceleaşi axe ternare pe care sînt aşezate inelele anionice conjugate. Aceste particularităţi ale structurii cristaline concordă cu proprietăţile fizice şi chimice, cu formele cristalografice, cu proprietăţile piezo- şi piroelectrice şi cu proprietăţile optice ale turmalinei. Duritatea mare a cristalelor de turmalină este legată de numărul de coordonare ridicat al borului (4 în loc de 3).

Incluziuni. Indică deseori incluziuni de zircon sau rutil.

Transformări. De obicei este un mineral rezistent la descompunerile chimice determinate de agenţii externi, rareori putîndu-se transforma în sericit, biotit sau chiar clorit.

Ocurenţă. Turmalina este prezentă în roci metamorfozate (şisturi, gnaise, micaşisturi), în unele granite şi în aureolele lor de contact, în pegmatite şi deseori şi în zăcăminte metalifere hidrotermale. Fiind un mineral rezistent la transformări este întîlnit în aluviuni.

În România apare ca mineral pneumatolitic în granitele şi pegmatitele fundamentului cristalin (Răzoare, munţii Lotru, Retezat, Mehedinţi, Semenic, Highiş, Muntele Mare), fiind foarte răspîndit în şisturile cristaline (munţii Făgăraş, Cibin, Parîng, Semenic, Măcin), la contactul unor magmatite acide paleozoice sau neogene (Turcoaia, Băile Borşa).

De asemenea se găseşte în Norvegia la Kragerö, în R. S. Cehoslovacă la Dobrowa, în India la Kodarma, în U.R.S.S. în M. Ural, în Japonia la Kurohira, în Italia în insula Elba etc.

DIOPTAZ $Cu_6[Si_6O_{18}]\cdot 6H_2O$

Sisteme de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$.
Relaţia axială: a : c=1 : 0,534.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=14,61; c_0=7,80 Å. Z=3.
Habitus: prismatic. *Clivaj*: (10$\bar{1}$1) bun. *H*=5. *G*=3,3. *Culoare*: verde-intens. *Urmă*: verde. *Luciu*: sticlos.
Proprietăţi optice. ε=1,653—1,658, ω=1,708—1,709, Δ=0,051.
Ocurenţă. Se formează în decursul proceselor de alterare a zăcămintelor de cupru, alături de malachit, azurit, uneori wulfenit, calamină etc. Uneori se găseşte în aluviuni.

În România apare ca mineral secundar, format în cadrul mineralizaţiilor din provincia magmatică-banatitică (Băiţa—Bihor) şi neogenă (Întregalde), fiind întîlnit şi în Chile la Capiapo şi în Zair în provincia Shaba.

CRISOCOL $Cu_6[Si_6O_{18}]\cdot H_2O$

De obicei crisocolul se prezintă sub forma unui gel. Se întîlneşte în mase opalifere, cruste stalactitice, uneori reniforme, precum şi în mase pămîntoase.

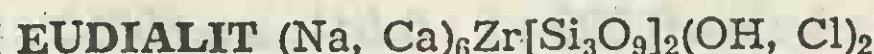
Culoare: albastru-deschis, verde-albăstrui, brun şi chiar negru (din cauza hidroxizilor de fier incluşi). *Urmă*: alb-verzuie. *Luciu*: sticlos, de ceară şi mat. *H*=2—4. *G*=2—2,2.

Chimism. Analiza chimică: SiO_2 — 40,20%; CuO — 37,37% — crisocol, Gura Văii, România (Cădere, 1925, Petho, 1895).

Ocurență. Este mineral tipic zonelor de oxidare ale zăcămintelor de cupru şi apare îndeosebi în regiunile cu climat arid.

Ca mineral secundar se întîlneşte în România în zona de oxidare a zăcămintelor cuprifere, legate de fundamentul cristalin (Cîrlibaba, Pojorîta), de magmatismul mezozoic (M. Mehedinţi, Căzăneşti, M. Măcin), de cel banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oraviţa, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier) sau de cel neogen (Întregalde, Gura Văii).

În U.R.S.S. se găseşte în M. Ural la Bogoslovsk, în Zair în provincia Shaba, în Chile la Capiapo, în S.U.A. la Makay (Idaho) etc.



EUDIALIT $(Na, Ca)_6Zr[Si_3O_9]_2(OH, Cl)_2$

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 m.

Relația axială: c : a=2,11.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=14,34; c_0=30,21 Å. Z=12.

Habitus: tabular, lamelar, mai rar prismatic; se găseşte şi sub formă de granule neregulate sau mase compacte. Din punctul de vedere al structurii reticulare complexul anionic are forma $(Si_3O_9)_2^{6-}$. *Clivaj*: (0001) imperfect. $H=5-5^1/_2$. $G=2,8-3,0$. *Culoare*: roz, roşietic, roşu-brun, galben-brun. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. Se cunosc doi termeni principali, *eudialitul* şi *eucolitul*, varietate cu mangan în constituţia chimică.

— Eudialit: $\varepsilon=1,593-1,610$, $\omega=1,597-1,611$, $\Delta=0,004-0,008$; uniax (+)

— Eucolit: $\varepsilon=1,620-1,643$, $\omega=1,618-1,634$, $\Delta=0,001-0,010$; uniax (−).

Ocurență. Apare în sienite nefelinice şi în unele granite alcaline, precum şi în pegmatitele acestora.

Sub acţiunea soluţiilor hidrotermale suferă transformări destul de interesante, obţinîndu-se cristale mici de zircon în asociaţie cu zeoliţi, fluorină şi alte minerale de origină hidrotermală.

Este citat în U.R.S.S. în Peninsula Kola, în Norvegia la Langesundfjord, în Republica Africa de Sud la Pilansberg.



WOLLASTONIT $Ca_3[Si_3O_9]$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: a : b : c=1,084 : 1 : 0,966; $\alpha=90°02'$; $\beta=95°22'$; $\gamma=103°26'$.

Dimensiunile celulei elementare: a_0=7,94; b_0=7,32; c_0=7,07 Å. Z=2.

Habitus: cristale tabulare, deseori alungite după axa „b"; cea mai mare dezvoltare o are pinacoidul (001), în mai mică măsură (100), precum şi feţele de prismă (110), (101); se întîlneşte în mase foioase, radiare, cilindrice, solzoase, rar fibroase. *Macle*: (100), (001). *Clivaj*: (100) perfect, ($\bar{1}$02) şi (001) bun. $H=4^1/_2-5$. $G=2,8-2,9$. *Culoare*: alb cu nuanţă cenuşie, mai rar roşcat, roşu de carne; sînt cunoscute şi varietăţi incolore, perfect transparente. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. $\alpha=1,619$, $\beta=1,632$, $\gamma=1,634$; $\alpha \wedge c=30°-44°$; $\Delta=0,015$, $2V_\alpha=38°-60°$.

Ocurență. Se întîlneşte în calcare marmoreene, care au suferit acţiunea unei magme acide, precum şi în şisturile cristaline calcaroase formate în zone de adîncime.

În România apare în şisturi cristaline (Răzoare, Valea Ierii), în formaţiuni de contact (skarne) legate de granite paleozoice (Turcoaia) sau de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Oraviţa, Ciclova Română, Vaţa de Jos, Băiţa—Bihor).

În Finlanda se întîlneşte la Pargas, în Mexic la Aranzaza, în S.U.A., în statul New York la Willsboro etc.

RODONIT $CaMn_4[Si_5O_{15}]$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relaţia axială: a : b : c=0,625 : 1 : 0,541; α=85°10′; β=94°4′; γ=111°29′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,79; b_0=12,47; c_0=6,75 Å. Z=10.

Habitus: forme tabulare, izometrice, mai frecvent mase granulare sau compacte. *Clivaj*: (110), $(1\bar{1}0)$ perfect, (001) slab. $H=5^1/_2-6^1/_2$. G=3,40—3,68. *Culoare*: roz, roz-cenuşiu. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. α=1,711—1,738, β=1,716—1,741, γ=1,724—1,751; $\alpha \wedge a \simeq 5°$, Δ=0,011—0,014, $2V_\gamma$ =63°—76°.

Chimism. Compoziţia chimică este variabilă. Mn^{2+} este frecvent înlocuit prin Fe^{2+}, Ca^{2+}, înlocuiri care aduc variaţii în valorile densităţii, indicilor de refracţie, birefringenţei.

În funcţie de chimism sînt cunoscute următoarele varietăţi: *ferrodonit*, unde proporţia de FeO este de cca 14,51, *piroxmangit*, care conţine Fe^{2+} şi Mn^{2+}, şi *fowlerit*, un rodonit zincifer cu 5—8% ZnO.

Ocurenţă. Este un mineral de temperatură joasă, întîlnit în zăcăminte hidrotermale, în roci formate prin metamorfism metasomatic şi metamorfism regional.

În timp se alterează trecînd în hidroxizi negri de mangan, iar culoarea roz se schimbă fiind acoperit la suprafaţă cu eflorescenţe negre, strălucitoare, de *vernadit* ($MnO_2 \cdot nH_2O$).

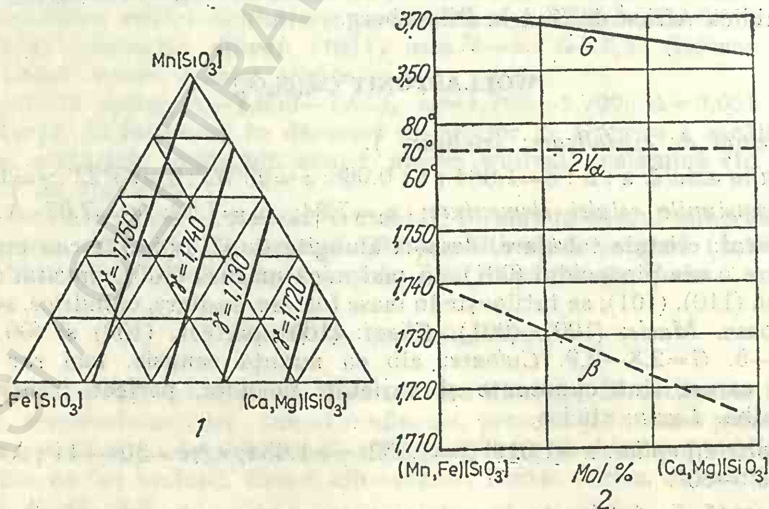


Fig. 171. Variaţiile indicelui de refracţie (1) şi a greutăţii specifice, a unghiului 2Vα şi indicelui β (2) în compoziţia rodonitului.

În România apare împreună cu rodocrozitul, în zăcăminte manganifere metamorfozate regional, în masivele de șisturi cristaline (Răzoare, Iacobeni, Șaru Dornei, Borca, M. Sebeș, Globurău, Delinești), ca mineral de gangă în zăcăminte pirometasomatice, legate de magmatismul banatitic (Ocna de Fier, Băița—Bihor), în filoane hidrotermale aurifere sau de sulfuri polimetalice, legate de magmatismul neogen (Cavnic, Săcărîmb, Roșia Montană). Piroxmangitul a fost determinat în șisturile cristaline cu silicați de mangan la Răzoare, Iacobeni, Șaru Dornei, Globurău, Delinești.

În U.R.S.S. se găsește în M. Ural la Sverdlovsk, în R. D. Germană în M. Harz, în Brazilia la Duro Preto etc.

BENITOIT $BaTi[Si_3O_9]$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, $\bar{6}$ m 2.

Relația axială: c : a=1,471.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=6,61$; $c_0=9,73$ Å. Z=2.

Habitus: prismatic. *Clivaj*: (10$\bar{1}$1) slab. *H*=6$^1/_2$. *G*=3,70. *Culoare*: albastru, violet, uneori incolor.

Proprietăți optice. ε=1,757, ω=1,804, Δ=0,047.

Ocurență. Apare în șisturi cristaline, alături de glaucofan la San Benito — California.

PECTOLIT $Ca_2NaH[Si_3O_9]$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Relația axială: a : b : c=1,135 : 1 : 0,997; α=90°; β=95°10′; γ=103°.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7,99$; $b_0=7,04$; $c_0=7,02$ Å. Z=2.

Habitus: cristale prismatice alungite după axa „b", agregate granulare. *Clivaj*: (001), (100) perfect. *H*=5. *G*=2,80. *Culoare*: albă. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. α=1,595, β=1,606, γ=1,633, Δ=0,038, $2V_\gamma$ =50°.

Chimism. Deseori pozițiile ocupate de Ca^{2+} sînt înlocuite cu Mn^{2+}, cînd apar și variații în valoarea densității și a indicilor de refracție.

Ocurență. Este un mineral tipic al cavităților rocilor bazaltice, alături de zeoliți. Se citează în SUA, în statul New Jersey la Bergen Hill și Paterson, în Marea Britanie în Anglia și Scoția, în Italia la Monzoni.

V. SILICAȚI CU TETRAEDRI DE SiO_4 LEGAȚI ÎN FORMĂ DE LANȚURI — INOSILICAȚI

Grupul inosilicaților cu lanțuri simple — piroxeni

Piroxenii sînt inosilicați care se caracterizează printr-o structură în lanțuri simple de tetraedri de SiO_4, care își pun în comun cîte un oxigen. Distanța repetată în lungul lanțului este de aproximativ 5,2 Å, valoare care definește lungimea parametrului c_0 al celulei elementare. Lanțurile individuale, astfel formate, sînt asociate prin intermediul cationilor, care sînt legați de

ionii de oxigen ai anionilor, a căror dispoziție relativă este variată. În toți piroxenii, lanțurile sînt dispuse paralel cu axa cristalografică verticală și sînt așezați în pachete paralele cu (100). Forma și dispoziția lanțurilor determină direcțiile de clivaj. Acestea, fiind paralele cu fețele de prismă (110), determină unghiuri de 87°, respectiv 97°. Compoziția chimică globală a piroxenilor poate fi exprimată prin formula generală de tipul: $(W, X, Y)_2Z_2O_6$, unde: W, X, Y și Z cuprind elemente cu raze ionice apropiate și capabile a se înlocui reciproc în structurile lor cristaline. Aceste elemente sînt:

W = Ca, Na;

X = Mg, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Li;

Y = Al, Fe^{3+}, Ti;

Z = Si, Al.

În grupul X, elementele Mn și Li apar, de regulă, ca elemente minore, substituind pozițiile Fe^{2+} și Mg; în unele cazuri pot apărea ocupînd pozițiile principale direct, conducînd astfel la minerale ca *johannsenit* — $CaMn[Si_2O_6]$ și *spodumen* — $LiAl[Si_2O_6]$. În grupul Y, elementul Ti este element minor, înlocuitor al Al și Fe^{3+}. Pentru grupul Z, elementul principal este Si, care poate fi substituit parțial prin Al, raportul Si : Al fiind egal cu 3 : 1.

Piroxenii de tipul silicatului de magneziu formează o serie izodimorfă; se cunoaște enstatitul (rombic) și clinoenstatitul (monoclinic). Temperatura

Tabelul 239

Clasificarea piroxenilor

PIROXENI ROMBICI	
Enstatit $Mg_2[Si_2O_6]$	0— 10% Fs.
Bronzit $(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$	10— 30% Fs.
Hipersten $(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$	30— 50% Fr.
Ferohipersten $(Fe, Mg)_2[Si_2O_6]$	50— 70% Fs.
Eulyt $(Fe, Mg)_2[Si_2O_6]$	70— 90% Fs.
Ferosilit $Fe_2[Si_2O_6]$	90—100% Fs.
PIROXENI MONOCLINICI	
Clinoenstatit $Mg_2[Si_2O_6]$	
Clinohipersten $(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$	
Diopsid $CaMg[Si_2O_6]$	
Hedenbergit $CaFe[Si_2O_6]$	
Johannsenit $CaMn[Si_2O_6]$	
Augit	— compus intermediar între hedenbergit și diopsid, la care se adaugă o mică cantitate de aluminiu $(Ca, Fe^{2+}, Mg, Al)_2[(Si, Al)_2O_6]$
Pigeonit	— compus intermediar între clinoenstatit și augit cu formula $(Mg, Fe^{2+}, Ca)(Mg\,Fe^{2+})[Si_2O_6]$
Egirin $NaFe^{3+}[Si_2O_6]$	
Jadeit $NaAl[Si_2O_6]$	
Spodumen $LiAl[Si_2O_6]$	
Omfacit $(Ca, Na)(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)[Si_2O_6]$	
Fassait $Ca(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)[(Si, Al)_2O_6]$	

de inversiune este aproximativ 1 000°C, modificaţia de temperatură ridicată fiind clinoenstatitul. Piroxenii, la care în componenţa chimică deosebim cationi deosebiţi ca dimensiuni, ca de exemplu: Ca şi Mg, cristalizează numai într-un singur sistem: monoclinic. În funcţie de modul în care sînt aranjate lanţurile în structurile cristaline, apar două subdiviziuni: *piroxeni rombici* şi *monoclinici* (tab. 239).

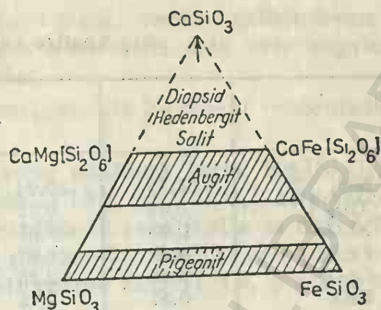


Fig. 172. Compoziţia principalilor piroxeni.

Compoziţia piroxenilor poate fi reprezentată grafic, pornind de la componenţii de bază (fig. 172). În vîrfurile triunghiului sînt proiectaţi silicatul de calciu, silicatul de magneziu şi silicatul de fier. Baza graficului arată termenii seriei continue enstatit—ferosilit, specii minerale care conţin cantităţi mici (între 4—5%) de silicat de calciu. Pe latura $Mg[SiO_3]$ şi $Ca[SiO_3]$ se găseşte diopsidul, $CaMg[Si_2O_6]$. Similar, pe latura $Fe[SiO_3]-Ca[SiO_3]$ se găseşte hedenbergitul $CaFe[Si_2O_6]$. Piroxenii din zona diopsid-hedenbergit-enstatit-ferosilit au o compoziţie mai complexă şi pot fi împărţiţi în două grupe principale: *grupa diopsid-hedenbergit*, cu peste 25% silicat de calciu, cunoscută numai în formă monoclinică, cu o structură asemănătoare diopsidului, şi *grupa enstatit-ferosilit*, cu o cantitate sub 25% silicat de calciu, care se subdivide în două subgrupe:

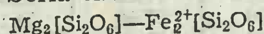
a) subgrupa care conţine peste 30% ferosilit, cu un termen de temperatură scăzută — hiperstenul (rombic) — şi un termen de temperatură ridicată — pigeonitul (monoclinic);

b) subgrupa care conţine sub 30% ferosilit, unde întîlnim 3 modificaţii în structura enstatitului: enstatit (rombic), protoenstatit (rombic) şi clinoenstatit (monoclinic).

Între piroxenii cu o cantitate peste 15% $Ca_2[Si_2O_6]$ şi cu un conţinut de sub 25% $Ca_2[Si_2O_6]$ se găseşte o lacună, în care pot exista compuşi în stare metastabilă.

1. PIROXENI ROMBICI

Seria enstatit-ferosilit


$Mg_2[Si_2O_6]—Fe^{2+}_2[Si_2O_6]$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.
Relaţia axială: a : b : c=2,062 : 1 : 0,587.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=18,228 pînă la 18,433; b_0=8,805 pînă la 9,060; c_0=5,185 pînă la 5,258 Å. Z=16.

Habitus: prismatic, rar tabular, granule de formă neregulată; se cunosc concreşteri cu piroxenii monoclinici. *Clivaj*: (210) bun, (100), (010) slab. $(210) \wedge (2\bar{1}0)$=91°48′. *Macle*: (100) simple. *H*=5—6. *G*=3,2—3,9 (variază în funcţie de conţinutul în Fe). *Culoare*: variază în cadrul seriei izomorfe

Analize chimice de piroxeni rombici

	1	2	3	4	5	6
SiO_2	57,73	55,94	52,00	44,52	53,20	47,55
TiO_2	0,04	0,11	0,14	1,39	0,13	0,07
Al_2O_3	0,95	1,61	0,57	4,76	1,15	1,90
Fe_2O_3	0,42	0,97	1,34	1,26	—	0,41
Cr_2O_3	0,46	0,45	0,003	—	—	—
FeO	0,57	7,15	22,46	38,66	21,64	39,37
MnO	0,08	0,19	0,57	0,28	0,78	0,89
NiO	0,35	0,07	—	—	—	—
MgO	36,13	32,12	21,62	6,59	22,50	8,68
CaO	0,23	1,48	0,75	1,40	0,82	1,23
Na_2O	—	—	0,46	0,39	—	—
K_2O	—	—	0,07	0,19	—	—
H_2O^+	0,52	0,09	0,28	0,41	—	0,05
H_2O^-	0,04	—	—	—	—	0,09
Total	100,52	100,18	100,26	99,85	100,22	100,24

Numărul ionilor în baza 6 oxigeni

	1	Σ	2	Σ	3	Σ	4	Σ	5	Σ	6	Σ
Si	1,972	2,00	1,949	2,00	1,956		1,838	2,00	1,973	2,00	1,941	2,00
Al	0,028		0,051		0,026		0,162		0,027		0,059	
Al	0,010		0,015		—	2,00	0,070		0,023		0,032	
Ti	0,001		0,003		0,04		0,043		0,003		0,002	
Fe^{3+}	0,010		0,026		0,038		0,038		—		0,012	
Cr	0,012		0,012		—		—		—		—	
Mg	1,839	1,99	1,668	2,00	1,212	2,03	0,405	2,01	1,243	2,00	0,528	2,00
Ni	0,010		0,002		—		—		—		—	
Fe^{2+}	0,102		0,208		0,707		1,335		0,671		1,344	
Mn	0,002		0,006		0,018		0,010		0,024		0,031	
Ca	0,008		0,055		0,030		0,062		0,032		0,054	
Na	—		—		0,034		0,038		—		—	
K	—		—		0,002		0,010		—		—	

	1	2	3	4	5	6
Mg	93,90	85,30	61,00	22,50	63,90	27,20
Fe	5,70	11,90	37,50	74,10	34,50	70,00
Ca	0,40	2,80	1,50	3,40	1,60	2,80
$100\ Mg/(Mg+Fe^{2+}+Mn+Fe^{3+})$	94,20	87,40	61,40	22,60	64,10	27,00

1 — Enstatit în piroxenite; Webster, Carolina de Nord (Hess, 1952); 2 — Enstatit în piroxenite; Bushveld (Hess, 1952); 3 — Hipersten în norit; Brandywine Creek Delaware (Clavan şi col. 1954); 4 — Eulit în granit; Rubideaux Mountain, Riverside — California (Larsen şi Droisin, 1950); 5 — Hipersten, amfibolit; Hokizawa Kanagawa — Japonia (Kuno, 1947); 6 — Eulit, rocă eulitică; Sudan (Howie, 1955).

astfel: enstatitul este alb-cenușiu cu nuanțe verzui, verde, galben-brun; hiperstenul este verde, verde-brun, negru spre varietățile cele mai bogate în Fe. *Urmă*: albă, ușor verzuie. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. Variază în funcție de conținutul în Fe și sînt prezentate pentru toți termenii seriei în tabelul 308.

Chimism. Așa cum s-a arătat există o serie continuă între $Mg_2[Si_2O_6]$ și $Fe_2^{2+}[Si_2O_6]$, varietatea enstatit conținînd pînă la 10% $Fe_2^{2+}[Si_2O_6]$. Hiperstenul, care are o frecvență destul de ridicată, conține în constituția sa chimică ferosilit între 30—50%. Compoziția chimică a piroxenilor rombici este prezentată în tabelul 240. Ei pot conține în cantități reduse Mn, Ti, Ca, precum și Al și Fe^{3+}.

Transformări. Se transformă mai ușor decît olivina în bastit, sub formă de indivizi cristalini, separați într-o anumită direcție cristalografică. *Bastitul* are reflexii aurii-gălbui sau de bronz, pe planele de clivaj, datorită cărui fapt se recunoaște cu ușurință în rocile modificate, care conțin enstatit. La temperatura de 1 050° enstatitul trece în protoenstatit, cu tendințe de a-și modifica structura ca apoi, destul de repede (peste 1 100°), să treacă în modificația clinoenstatit, care indică structura diopsidului (monoclinică). Hiperstenul arată și el existența unei modificații monoclinice.

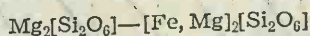
Ocurență. Piroxenii rombici sînt caracteristici rocilor magmatice, deseori apărînd în roci bazice și ultrabazice (peridotite, harzburgite, gabbro-norite, uneori diorite). Se întîlnesc și în roci efuzive (bazalte și andezite). Mult mai rar în roci metasomatice de contact.

În România, din seria piroxenilor rombici termenii *enstatitici* sînt semnalați în corneenele cu biotit și diopsid ale granitului de Pricopan (M. Măcin). Termenii *bronzitici* apar în serpentinele paleozoice de la Rășinari, în serpentinele mezozoice din Carpații Orientali (Racoșu de Jos) și Carpații Meridionali (munții Parîng și Mehedinți), în roci ofiolitice de vîrstă mezozoică din M. Metaliferi (Căzănești, Ciungani). Termenii *hiperstenici* sînt întîlniți în andezitele bazice piroxenice neogene din Carpații Orientali (Oaș, Gutîi, Bîrgău, Călimani, Gurghiu, Harghita) și din M. Apuseni.

În alte țări se citează *enstatit* în filoane cu apatit, în Norvegia la Kjörrestod și în norite în insula Paul (Labrador), *hipersten* în andezitele de la Mont Doșe (Iran) sau de la Akagi Vulcano și Hakone Vulcano (Japonia), *bronzit* în norite la Stillwater Complex din statul Montana (S.U.A.) și *eulit* în granite la Rubideaux Mountain în statul California (S.U.A.).

2. PIROXENI MONOCLINICI

A. Seria clinoenstatit — clinohipersten



$Mg_2[Si_2O_6]—[Fe, Mg]_2[Si_2O_6]$

Mineralele din această serie sînt modificații monoclinice ale silicatului de magneziu; domeniul de existență caracteristic este subgrupa cu cantitate de ferosilit sub 30%. Structura cristalină este asemănătoare structurii diopsidului cu observația că ambele poziții cationice sînt ocupate cu ioni de Mg.

B. Seria diopsid-hedenbergit

DIOPSID $CaMg[Si_2O_6]$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=1,092 : 1 : 0,589; β=105°50'.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,73; b_0=8,91; c_0=5,25 Å. Z=4.
Forme comune și unghiuri:

(110) ∧ (1$\bar{1}$0)=92°50'	(021) ∧ (0$\bar{2}$1)=97°10'
(001) ∧ (100)=74°10'	(001) ∧ (111)=33°49'
(001) ∧ (101)=31°19'	(011) ∧ (0$\bar{1}$1)=59°04'

Habitus: cristale prismatice scurte, cu dezvoltarea cu precădere a pinacoizilor (100) și (010); formele compacte sînt reprezentate de cele mai multe ori prin agregate granulare, cilindrice sau radiare. *Macle*: frecvente, planul de maclă (100) și (001). *Clivaj*: (110) bun; deseori se observă separații după (100) (la varietatea *dialag*) sau paralel cu (010). *H*=6—6½. *G*=3,22—3,38; variază odată cu variația conținutului în Fe. *Culoare*: colorat în diverse nuanțe, de regulă deschise, verde sau cenușiu. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. α=1,664—1,695, β=1,672—1,701, γ=1,695—1,721; γ ∧ c=38°—46°; Δ=0,024—0,031, $2V_\gamma$ =50°—60°.

Chimism și structură. Structura diopsidului este tipică pentru piroxeni. Lanțul anionic este legat lateral de ioni de Ca și Mg în direcția „b" și „c". Ionii de Mg apar în coordonare octaedrică, în timp ce ionul de Ca, cu dimensiuni mai mari, este înconjurat de opt oxigeni, doi dintre aceștia aparținînd tetraedrului vecin. Mg^{2+} leagă vîrfurile grupărilor tetraedrice ale complexului $[SiO_3]^{2-}$, iar Ca^{2+} leagă între ele bazele acestor trei grupări.

Chimismul este variabil în funcție de înlocuirile între termenii $CaMg[Si_2O_6]$ și $CaFe[Si_2O_6]$. Cu caracter intermediar apar speciile minerale *salit* și *ferosalit*; substituirea Mg prin Fe^{2+} în seria diopsid-salit-hedenbergit este acompaniată de creșterea indicilor de refracție și greutății specifice (fig. 351). Diferențe mari sînt determinate și de apariția Al și Fe^{3+}, efectele optice urmărind modifi-

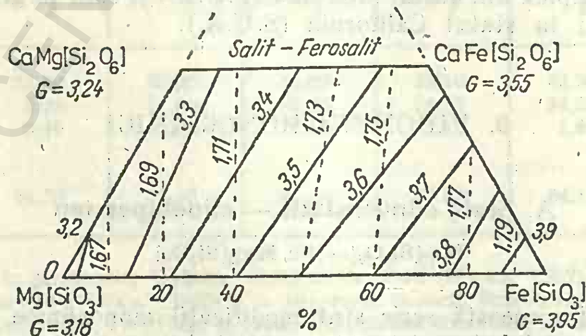
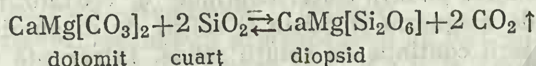


Fig. 173. Relația între indicii de refracție (γ), greutatea specifică și compoziția piroxenilor.

carea chimismului în favoarea Fe^{3+}. În constituţia chimică a diopsidului remarcăm şi prezenţa Na, care atrage după sine o creştere importantă în variaţia unghiului axelor optice: $2V_{\gamma}=70-75°$ (tabelul 308). Complexitatea chimică este evidenţiată optic şi prin coloraţiile indicate în secţiuni subţiri unde, dacă diopsidul nu arată practic pleocroism, termenii salit-ferosalit-hedenbergit prezintă un pleocroism slab, care se accentuează treptat spre termenul bogat în Fe (tabelul 308). Substituirea Ca şi Mg prin Na şi Al conduce la varietatea *diopsid-jadeit*, iar înlocuirea Al cu Fe^{3+} creează specia *cloromelanit*. Prezenţa Cr determină separarea varietăţii *cromdiopsid*.

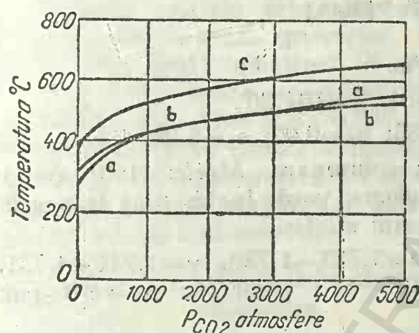
Geneză. Diopsidul, ca şi salitul şi ferosalitul, este un mineral tipic pentru metamorfismul de contact termic şi metasomatic. Prin metamorfismul termic suferit de dolomitele silicioase diopsidul se obţine conform reacţiei:



$$CaMg[CO_3]_2+2\,SiO_2 \rightleftarrows CaMg[Si_2O_6]+2\,CO_2\uparrow$$

dolomit cuarţ diopsid

Diopsidul apare şi în roci de origine magmatică, bazice şi ultrabazice, piroxenite, peridotite, gabbrouri, diabaze, uneori în diorite piroxenice, în bazalte şi dolerite. În cristalizarea piroxenilor deosebim cîteva situaţii caracteristice care se pot examina în cadrul sistemelor: forsterit-silice, diopsid-forsterit-silice şi anortit-forsterit-silice (fig. 174, 175).



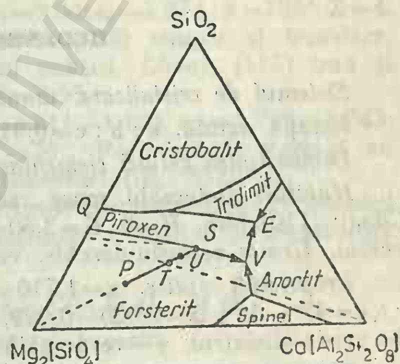


Fig. 174. Curbe de echilibru în funcţie de P şi T la sistemele: a) $Ca\,Mg\,(CO_3)_2+2\,SiO_2 \rightleftarrows Ca\,Mg\,[Si_2O_6]+CO_2$; b) $Ca\,Mg\,(CO_3)_2+SiO_2 \rightleftarrows CaCO_3+Mg\,[SiO_4]+CO_2$; c) $2\,CaMg(CO_3)_2+SiO_2 \rightleftarrows 2\,Ca\,CO_3+Mg_2[SiO_4]+2\,CO_2$ în procesele de metamorfism a dolomitelor silicioase şi diagrama fazelor în sistemul anortit-forsterit-silice (după C. Andersen).

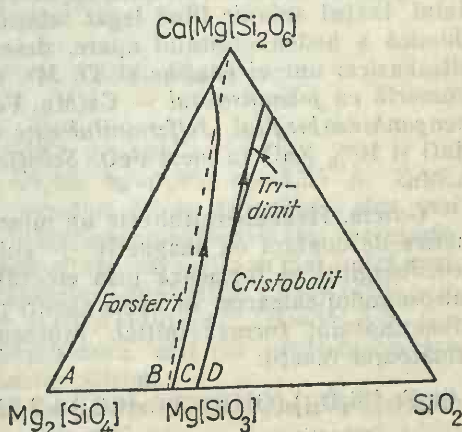


Fig. 175. Diagramele fazelor din sistemul diopsid-forsterit-silice (după N. L. Bowen).

1. *Sistemul forsterit-silice* evidențiază formarea silicatului de magneziu, piroxen de topire incongruentă, care se prezintă sub formă de protoenstatit la temperaturi ridicate și topituri uscate.

2. *Sistemul anortit-forsterit-silice* poate fi considerat ca sistem ternar. Prezența anortitului nu deranjează reacția dintre forsterit și piroxen, iar reacția se produce într-o gamă largă de temperaturi, în topituri a căror compoziție variază de-a lungul curbei QR, pe măsură ce se desfășoară reacția.

Produsele finale sînt: olivină-piroxen-anortit; piroxen-anortit; piroxen-anortit-silice. Proporțiile relative de olivină, din prima asociație, și de silice, din ultima asociație, variază foarte mult, în funcție de gradul de cristalizare fracțională.

3. *Sistemul diopsid-forsterit-silice* cuprinde o cristalizare din topituri uscate de silicat de magneziu și calciu și silicat de magneziu, care conduce la formarea unei serii continue de soluții solide, întreruptă doar între En_{40} și En_{55}. Soluțiile solide cu peste 20% $Mg[SiO_3]$ se topesc incongruent, cu separarea de forsterit. Forsteritul separat reacționează cu lichidul, determinînd apariția piroxenului. Pe măsură ce procesul de cristalizare avansează, forsteritul și piroxenul separat reacționează simultan, conducînd la formarea unui piroxen mai puțin magnezian. În prezența unui exces de SiO_2, piroxenul care reacționează cu topitura devine din ce în ce mai apropiat de tipul diopsidic.

HEDENBERGIT $CaFe^{2+}[Si_2O_6]$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,910 : 1 : 0,584; β=104°20′.

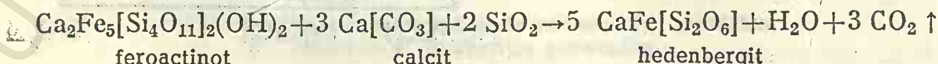
Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,85; b_0=9,02; c_0=5,26. Z=4.

Habitus: îndeosebi mase radiare sau columnare. *Macle*: (100), (001). *Clivaj*: (110) bun. *H*=6. *G*=3,50–3,56. *Culoare*: verde-închis pînă la negru-verzui. *Urmă*: cenușiu-deschis, verzuie. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. α=1,716–1,726, β=1,723–1,730, γ=1,741–1,751, $\gamma \wedge c$=47°–48°; Δ=0,025–0,029, $2V_\gamma$ =52°–62°; pleocroic: α=verde-pal; β=verde-albăstrui; γ=verde-gălbui.

Chimism și structură. Conține lanțuri $[SiO_3]^{2-}_\infty$ asemenea celor ale diopsidului, lanțul anionic fiind legat lateral de ioni de Ca și Fe. În compoziția chimică a hedenbergitului apare, deseori, Cr, în special în rocile bazice și ultrabazice; uneori conține și Ti, Mn și Zn. Hedenbergitul formează o serie izomorfă cu *johannsenitul* — $Ca(Mn, Fe)[Si_2O_6]$. Un termen intermediar este *manganhedenbergitul*. *Jeffersonitul* este o varietate care conține pînă la 10% MnO și 10% ZnO în locul FeO. *Schefferitul* este o varietate care conține Mg și Mn.

Geneza. Hedenbergitul este un mineral caracteristic zăcămintelor metasomatice de contact cu magnetit ± sulfuri de cupru. În aceste zăcăminte hedenbergitul se formează prin efectul fluidelor bogate în Fe și Si asupra paleosomului calcaros. În unele cazuri poate fi atribuit un rol și instabilității feroactinotului format inițial, procesul desfășurîndu-se probabil conform următoarei reacții:



$$\underset{\text{feroactinot}}{Ca_2Fe_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2} + 3\ \underset{\text{calcit}}{Ca[CO_3]} + 2\ SiO_2 \rightarrow 5\ \underset{\text{hedenbergit}}{CaFe[Si_2O_6]} + H_2O + 3\ CO_2 \uparrow$$

Ocurență. Piroxenii din seria diopsid-hedenbergit au în general o răspîndire destul de largă, prezența lor fiind caracteristică, după cum s-a subliniat, în compoziția skarnelor și a corneenelor.

În România, diopsidul a fost identificat în lentile de calcare și dolomite cristaline aparținînd complexelor de șisturi cristaline mezozonale (M. Preluca, Masivul Parîng, M. Vulcan, Masivul Godeanu), în corneene, la contactul rocilor intruzive vechi (Masivul Parîng, M. Petreanu, Masivul Pricopan, Greci), în roci bazice mezozoice (în masivul Parîng, Căzănești—Ciungani, unde s-au citat fenomene de dezamestec cu hipersten, și la Ditrău în sienite). Diopsidul și hedenbergitul, ca și termenii intermediari salit, ferosalit, sînt minerale tipice pentru skarnele și corneenele de la contactul rocilor eruptive banatitice (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Ocna de Fier—Dognecea, Băița—Bihor, Pietroasa—Budureasa, Vlădeasa).

Varietățile *manganhedenbergit* și *mangansalit* au fost citate la Dognecea.

În alte țări, *diopsidul* a fost descris în U.R.S.S. la Turinsk și în Norvegia la Arendal; *hedenbergitul* în Suedia la Nordmark și Långban, apoi în insula Elba; *jeffersonitul* în S.U.A. la Franklin.

JOHANNSENIT $Ca(Mn, Fe^{2+})[Si_2O_6]$

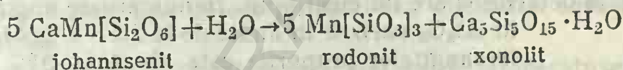
Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,83$; $b_0=9,04$; $c_0=5,27$ Å; $\beta=105°$. Z=4.

Habitus: cristale prismatice scurte. *Macle*: (100) simple și lamelare. *Culoare*: cenușiu-brun, gri-verzui, în secțiuni subțiri. *Clivaj*: (110) bun și (100), (010), (001) indistinct. $H=6$. $G=3,44-3,55$.

Proprietăți optice. $\alpha=1,703-1,716$, $\beta=1,711-1,728$, $\gamma=1,732-1,745$; $\gamma \wedge c=46°-48°$; $\Delta=0,028-0,029$, $2V_\gamma=68°-70°$. Proprietățile variază cu chimismul în seria izomorfă hedenbergit-johannsenit (fig. 352).

Geneză. Johannsenitul se formează prin procese metasomatice la contactul calcarelor cu roci magmatice acide. Sub acțiunea soluțiilor se transformă în rodonit conform reacției:



$$5\,CaMn[Si_2O_6]+H_2O \rightarrow 5\,Mn[SiO_3]_3+Ca_5Si_5O_{15}\cdot H_2O$$

johannsenit — rodonit — xonolit

Ocurență. Apare în S.U.A. (New Jersey), Italia (Toscana, Campiglia), Mexic (Puelbo), Australia (Broken Hill).

AUGIT $(Ca, Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ti, Al)_2[(Si, Al)_2O_6]$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,092 : 1 : 0,584. $\beta=105°$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,80$; $b_0=9,00$; $c_0=5,25$ Å. Z=4.

Habitus: prismatic, scurt columnar, tabular; fețele de prismă sînt mai bine dezvoltate decît cele de pinacoizi. În secțiuni transversale sînt caracteristice contururile octagonale, cu laturile dezvoltate mai mult sau mai puțin egal, mai rar mase-granulare. *Macle*: simple și complexe după (100). *Clivaj*: (110) bun; se observă separații după (100), (010). $(110) \wedge (1\bar{1}0) \simeq 87°$. $H=5^1/_2-6$. $G=3,23-3,52$. *Culoare*: negru, verzui, negru-brun, mai rar verde-închis sau brun. *Urmă*: albă sau ușor cenușie. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. $\alpha=1,671-1,735$, $\beta=1,672-1,741$, $\gamma=1,703-1,761$; $\gamma \wedge c=35°-48°$; $\Delta=0,018-0,038$, $2V\gamma=25°-60°$.

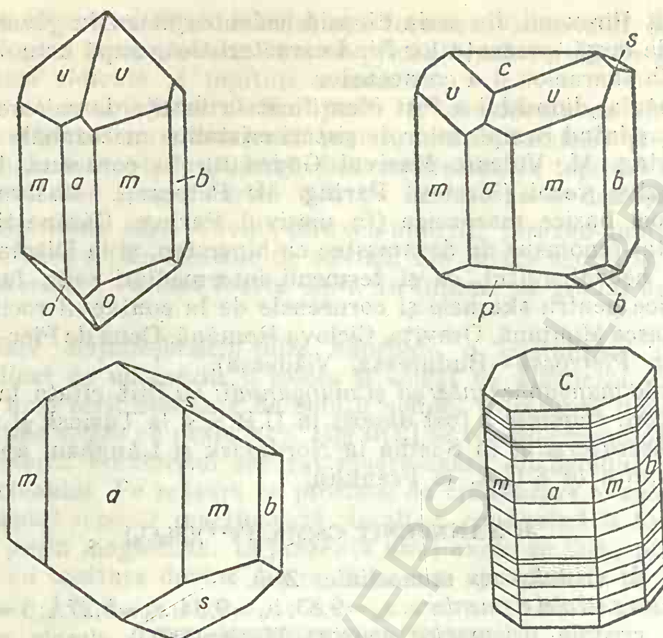


Fig. 176. Cristale de augit.

Chimism și structură. Compoziția chimică influențează variațiile semnalate în grupul proprietăților optice și fizice a clinopiroxenilor. Valorile 2V, indicii de refracție etc. pot fi folosiți în determinarea chimismului piroxenilor. Variațiile sînt impuse îndeosebi de pozițiile ocupate de cationii specifici chimismului acestor minerale. Astfel, prezența Al^{3+}, Ti^{4+} și Fe^{3+}, în coordonare tetraedrică, face să crească unghiul axelor optice și să scadă indicele β, pe cînd prezența lor în coordonare octaedrică are un efect opus. În numeroase augite, cantitatea de Al_2O_3 variază în limite de la 2,5–4% Al_2O_3; în cazul feroaugitelor proporția este de 1,5–3%. Conținutul cel mai ridicat este semnalat în titanoaugite, unde odată cu creșterea conținutului în Ti crește și conținutul în Al, atingînd 8,25%. Augitele comune ca și feroaugitele conțin puțin TiO_2. Augitele subcalcice din rocile vulcanice au și mai puțin TiO_2. Titanoaugitele sînt varietăți, care pot indica conținuturi normale de 3–5%, uneori valori pînă la 8,97% în TiO_2. Augitele comune arată conținuturi de 3% în Fe_2O_3, iar raportul Fe^{2+}/Fe^{3+} este mai mic pentru varietățile bogate în fier; conținutul Fe_2O_3 este mai ridicat în augitele subcalcice și feroaugite, fapt relevat în parageneza vulcanică a acestor piroxeni. Conținutul cel mai ridicat este semnalat în piroxenii din lave. Cr_2O_3 se întîlnește în cantități semnificative în augitele bogate în magneziu.

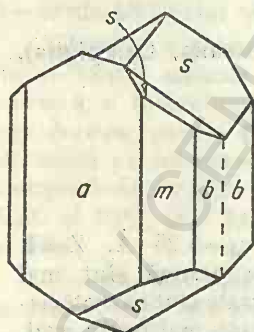


Fig. 177. Cristal de augit maclat; plan de maclă (100).

Fenomene de dezamestec în piroxeni. În condiții de răcire rapidă piroxenii capătă proprietăți structurale distinctive, care nu se aseamănă cu structurile piroxenilor separați în condiții de răcire lentă. Aceste structuri au fost descrise

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	48,15	48,47	47,84	48,38	49,00	53,59	49,28
TiO_2	0,31	0,32	0,31	—	—	—	0,81
Al_2O_3	2,91	3,06	4,26	0,68	0,91	—	8,64
Fe_2O_3	—	5,14	3,52	3,23	2,85	—	2,54
FeO	5,84	3,18	5,48	15,88	17,24	1,93	4,25
MnO	0,68	0,30	0,25	7,94	8,52	1,65	0,24

1 — Masivul Parîng, în serpentinite (Murgoci, 1900); 2, 3 — Masivul Parîng, în corneene cu granat și vezuvian (Murgoci, 1900); 4, 5 — Dognecea; 6 — Ocna de Fier (Hidegh, 1881); 7 — Munții Călimani, Negoiul Românesc, izv. Feței, în andezite (Zepharovich, (1893).

ca maclări, alunecări, structuri lamelare. Fenomenele de dezamestec pot fi observate între nicolii încrucișați pe secțiuni în zona (100) și apar ca lame fine, regulate, cu grosimi de 0,001—0,002 mm, orientate paralel cu (100). Indicii de refracție și unghiul axelor optice ale lamelor alternante sînt identice, mineralul apărînd omogen.

La piroxenii rombici sînt descrise structuri lamelare de tipul Bushveld — în piroxenul rombic gazdă apar lamele excesiv de subțiri, paralele cu (100), avînd o compoziție chimică ce variază de la 10—30 Fs —, precum și tipul Stillwater, caracterizat față de primul tip prin lamelație grosieră sau prin aspect granular. H e s s a explicat că lamelația grosieră se realizează prin dezamestec și în timpul inversiunii. Dezamestecul granular arată în ortopiroxeni granule de diopsid fără o structură lamelară.

Augitele din multe roci plutonice bazice, în special cele cu afinități tholeitice, prezintă lamele de dezamestec de fază, sărace în Ca. În cristalele de augite apar lamele fine de ortopiroxeni sau pigeonite, care deseori nu pot fi separați optic.

Termenii bogați în Mg cristalizează mai jos de temperatura de inversiune a pigeonitelor, separîndu-se piroxeni rombici. În aceste situații, augitele prezintă lamele de dezamestec de piroxeni rombici.

Termenii bogați în Fe cristalizează la temperaturi peste punctul de inversiune al pigeonitelor, deci, în aceste condiții, fazele de dezamestec se separă ca pigeonite, paralele cu (001).

Ocurență. Augitul se întîlnește în roci magmatice efuzive cu compoziție bazică (andezite, fonolite, bazalte) și în roci magmatice intruzive (gabbrouri, norite).

În România apare în roci intruzive bazice și ultrabazice (gabbrouri, peridotite, essexite) de vîrstă paleozoică și în corneenele legate de ele (Jolotca, Masivul Căpățînii, Rășinari, Greci), în melafire, diabaze, camptonite, gabbrouri de vîrstă permo-mezozoică (munții Hăghimaș, Perșani, Făgăraș, Parîng, Mehedinți, Metaliferi, Drocea, Căzănești—Ciungani), în unele diorite (Masivul Bihor, Căzănești—Ciungani), în unele andezite banatitice (munții Vlădeasa și Poiana Ruscă), în corneenele și skarnele legate de acest eruptiv (Băița—Bihor, Dognecea, Oravița), în andezite neogene (munții Oaș, Gutîi, Bîrgău).

Se citează cristale de augit la Boroslav (Boemia — R. S. Cehoslovacă), Auvergne (Franța) etc.

PIGEONIT $(Mg, Fe^{2+}, Ca)(Mg, Fe^{2+})[Si_2O_6]$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,73$; $b_0=8,95$; $c_0=5,26$ Å. Z=4. $\beta=108°33'$.

Habitus: prisme scurte. *Clivaj*: (110) bun, (100), (010), (001) întrerupt. $(110) \wedge (1\bar{1}0) \simeq 87°$. *Macle*: (100) sau (001) simple sau lamelare. *Culoare*: brun, cenușiu, brun-verzui, brun-gălbui în secțiuni subțiri.

Proprietăți optice. $\alpha=1,682-1,722$, $\beta=1,684-1,722$, $\gamma=1,705-1,751$; $\gamma \wedge c=37°-44°$; $\Delta=0,023-0,029$, $2V_\gamma=0°-30°$.

Chimism și structură. Are o structură similară diopsidului; pozițiile cationilor la diopsid sînt reprezentate prin Mg în coordonare octaedrică și Ca în coordonare egală cu 8. În pigeonite coordonarea octaedrică poate fi specifică și Fe^{2+}, iar coordonarea egală cu 8 scade la 7 cînd se produce și substituirea Ca cu Fe^{2+}, Mg^{2+}. Acest fenomen influențează distorsionarea lanțurilor, ceea ce face ca la pigeonite lanțuri învecinate să fie neechivalente cristalografic față de diopsid, unde toate lanțurile sînt echivalente. Din punct de vedere chimic pigeonitele sînt piroxeni săraci în calciu, variații chimice evidente apărînd în urma substituirii Mg^{2+} prin Fe^{2+}. În aceste minerale, substituirile $Mg^{2+} \rightleftarrows Fe^{2+}$ nu sînt complete, semnalîndu-se domenii de nemiscibilitate pentru Mg/Fe de la 70/30 pînă la 43/57. Conținutul în Al_2O_3 este de maximum 2% și în majoritatea cazurilor apare în poziții tetraedrice în complexul anionic. Sînt citate varietăți cu Mn în conținuturi remarcabile, care însă nu variază proporțional cu creșterea Fe^{2+}.

Ocurență. Este produs al răcirii rapide, fiind semnalat în lave, în roci plutonice cu caracter tholeitic la Bushveld (Africa de Sud), la Skaergaard (Norvegia), la Stillwater (Groenlanda), în andezite la Hakone (Japonia) și la Mull în Scoția (Marea Britanie).

SPODUMEN $LiAl[Si_2O_6]$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=1,128 : 1 : 0,623; $\beta=110°28'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,52$; $b_0=8,32$; $c_0=5,25$ Å. Z=4.

Habitus: prisme ușor alungite, cristale larg dezvoltate, agregate lamelare, columnare sau mase compacte crisptocristaline. *Macle*: (100) simple și lamelare. *Clivaj*: (110) bun. $(110) \wedge (1\bar{1}0) \simeq 87°$. $H=6^1/_2-7$. $G=3,03-3,22$. *Culoare*: alb-cenușiu, verzui, galben-verzui, violet (*kunzit*), verde (*hiddenit*). *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos, ușor sidefos pe planele de clivaj.

Proprietăți optice. $\alpha=1,648-1,663$, $\beta=1,655-1,669$, $\gamma=1,662-1,679$; $\gamma \wedge c=22°-26°$; $\Delta=0,014-0,027$, $2V\gamma=58°-68°$.

Alterare. Sub acțiunea soluțiilor trece în eucriptit $LiAl[SiO_4]$, albit și sericit.

Ocurență. Se întîlnește în pegmatitele asociate rocilor granitice.

În România apare în pegmatitele din Carpații Meridionali (Muntele Negovanu). În S.U.A. la Black Hills — mina Etta, Pala Alta (California), Branchville (Conecticut); în Madagascar la Mehrfach; în Suedia în insula Utö; în Scoția la Peterhead; în Irlanda la Killiney.

Sinonim: *acmit*.
Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relaţia axială: a : b : c=1,100 : 1 : 0,601; β=106°49'.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,65; b_0=8,79; c_0=5,29 Å. Z=4.
Habitus: cristale prismatice, alungite, columnare sau aciculare; pe fețe se observă striaţii verticale; faţa cea mai dezvoltată este (100); mase compacte, agregate radiare. *Macle*: (100) simple şi lamelare. *Clivaj*: (110) bun, (100) fragmentat, (110)∧(1$\bar{1}$0)≃87°. *Culoare*: negru-verzui, verde-închis, uneori brun sau brun-roşcat (acmit). *Urmă*: verde-deschis. *H*=6. *G*=3,55—3,60. *Luciu*: sticlos.

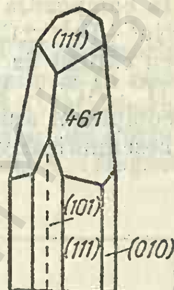


Fig. 178. Cristal de egirin.

Proprietăţi optice: α=1,750—1,776, β=1,780—1,820, γ=1,800—1,836; α∧c = 0° — 10°; β = b; Δ=0,040 — 0,060, $2V_\alpha$ =60°—70°.

Între egirin şi piroxenii monoclinici, augit, diopsid şi hedenbergit se obţin serii izomorfe. Dintre termenii obţinuţi, varietăţile cele mai cunoscute sînt: egirin-augit, egirin-diopsid şi egirin-hedenbergit. La aceste varietăţi remarcăm

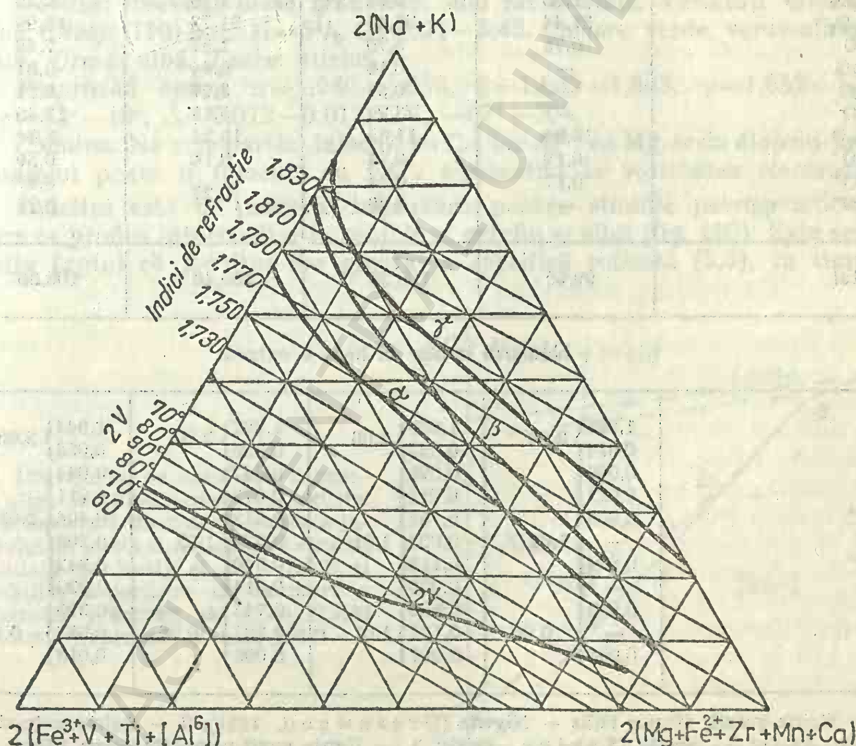


Fig. 179. Relaţia proprietăţilor optice în raport cu chimismul egirinului şi egirin-augitului (după S a b i n e, 1950).

variaţii, în funcţie de chimism, ale unor proprietăţi fizice şi optice. Astfel varietatea *egirin-augit* arată schimbări legate de greutatea specifică (3,40—3,55), de culoare (verde, verde-albăstrui, verde-pal, verde-gălbui în secţiuni subţiri), de proprietăţi optice (α=1,700—1,750, β=1,710—1,780, γ=1,730—1,800, Δ=0,030—0,050, $2V\alpha, \gamma$=70—110°).

Chimism. Chimismul acestor termeni este destul de complex; proprietăţile optice variază în cadrul seriilor izomorfe, în funcţie de conţinutul cationic. În compoziţia egirinului şi egirin-augitului asistăm permanent la substituirea $Na^+ + Fe^{3+} \rightleftarrows Ca + (Mg, Fe^{2+})$. Poziţiile specifice Na mai pot fi înlocuite parţial cu cationi de K, după cum şi Fe^{3+} poate fi substituit în cantităţi mici prin Ti^{4+}, Al^{3+} şi V^{3+}. Schimbările complexe între cationi permit substituiri şi în complexul anionic, respectiv tetraedric, de $[SiO_4]^{4-}$ cu $[AlO_4]^{5-}$. În cantităţi nesemnificative apar Zr^{4+} şi Mn^{2+}.

Tabelul 242

Analize chimice (egirin şi egirin-augit)

	1	2	3	4
SiO_2	51,92	51,35	53,11	50,44
TiO_2	0,77	0,65	2,57	0,38
Al_2O_3	1,85	2,88	1,25	2,20
Fe_2O_3	31,44	25,43	21,73	13,99
FeO	0,75	3,70	1,57	7,49
MnO	—	0,18	0,44	0,61
MgO	—	0,58	3,97	5,31
CaO	—	3,29	5,15	13,40
Na_2O	12,86	11,65	10,22	5,34
K_2O	0,19	0,14	0,18	0,39
H_2O^+	0,17	0,24	0,27 (H₂O⁺ + H₂O⁻)	0,47
H_2O^-	—	0,09		0,24
Total	99,95	100,20	100,46	100,30

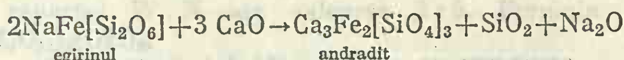
Numărul ionilor în baza 6 oxigeni

	1		2		3		4	
Si	1,986	2,00	1,968	2,00	1,992	2,00	1,944	2,00
Al	0,014		0,032		0,008		0,056	
Al	0,069		0,098		0,047		0,044	
Ti	0,022		0,019		0,073		0,011	
Fe^{3+}	0,905		0,734		0,613		0,406	1,03
Mg	—	1,02	0,033	1,01	0,222	1,02	0,305	
Fe^{2+}	0,024		0,119		0,049		0,242	
Mn	—		0,006		0,014		0,020	
Na	0,953		0,866		0,743		0,399	
Ca	—	0,96	0,135	1,01	0,207	0,96	0,553	0,97
K	0,008		0,007		0,008		0,018	

1 — Egirin-granit; Kigom Hills — Nigeria (Greenwood, 1951); 2 — Egirin-pegmatit-sienit; Assynt — Scoţia (Sabine, 1950); 3 — Egirin-augit-pegmatit-sienit; Libby — Montana (Gorouson, 1927); 4 — Egirin-augit-pegmatit-sienit; M. Ilmen — U.R.S.S. (Zavaritaky, 1946).

Ocurență. Este un mineral tipic al rocilor eruptive intruzive și efuzive bogate în alcalii (sienite nefelinice, fonolite, leucitofire etc.), mai rar în formațiunile metasomatice de contact, apărînd ca produs de reacție între magmele alcaline și rocile înconjurătoare.

La temperaturi ridicate asistăm la înlocuirea egirinului prin granat, conform reacției:



$$\underset{\text{egirinul}}{2NaFe[Si_2O_6]}+3\,CaO \rightarrow \underset{\text{andradit}}{Ca_3Fe_2[SiO_4]_3}+SiO_2+Na_2O$$

În România apare în roci sienitice alcaline sau granitice și în corneenele acestora (Ditrău, Cîrjelari, Holbav, Ogradena, Turcoaia), precum și în conglomeratele de Comănești. Se întîlnește de asemenea în U.R.S.S. (M. Ilmen, Peninsula Kola), în Norvegia (Langesudfjord), în Elveția (Elfdalm), în Portugalia (Serra de Monchique), în Groenlanda (Arsukfjord), în S.U.A. (Magnet Cove — statul Arkansas), în Brazilia (Tingua).

JADEIT $NaAl[Si_2O_6]$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=1,104 : 1 : 0,610, β=107°26′.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,50; b_0=8,61; c_0=5,24 Å. Z=4.
Habitus: frecvent mase granulare, mai rar cristale, varietăți criptocristaline. *Clivaj*: (110) bun. *H*=6½. *G*=3,24—3,43. *Culoare*: verde, verde-albăstrui și alb. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.
Proprietăți optice. α=1,640—1,658, β=1,645—1,663, γ=1,652—1,673, $\gamma \wedge c$=33°—40°; Δ=0,012—0,013, $2V_\gamma$=67°—70°.
Chimism. Na este parțial înlocuit cu Ca, iar Al^{3+} cu Mg; seria diopsid-jadeit. Aluminiul poate fi înlocuit cu Fe^{3+}, conducînd la varietatea *cloromelanit.*

Jadeitul este un mineral important pentru studiile petrogenetice. El apare ca produs intermediar în echilibrul nefelin și albit (fig. 180). Este semnificativ faptul că jadeitul are greutatea specifică ridicată (3,3), în timp ce

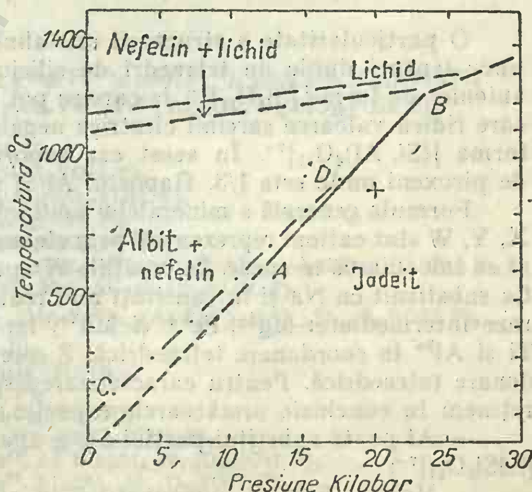
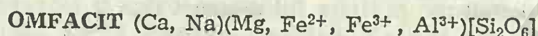


Fig. 180. Curba de echilibru a reacției albit-nefelin-2 jadeit: AB=curba experimentală de transformare a jadeitului în sticlă sintetică; CD=curba calculată de Kelly și col. (1953) și condițiile superioare de formare a jadeitului precizate de Coes (1955) (după Robertson și col., 1957).

ceilalţi silicaţi de sodiu o au mai scăzută, ca de exemplu: albit 2,6, nefelin 2,6, analcim 2,3, aceasta constituind un indiciu pentru condiţii de presiune ridicată.

Ocurenţă. Se găseşte în roci metamorfice alcaline, mai rar în formaţiuni metasomatice de contact. Este întîlnit în Birmania (Masivul Uru-tal), Japonia (Kotaki), Italia (Val di Susa, Piemonte), S.U.A. (California), Guatemala şi Mexic.



OMFACIT (Ca, Na)(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+})[Si_2O_6]

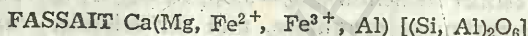
Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Clivaj: (110) bun, (100) imperfect. (110) $\wedge$ (1$\bar{1}$0) $\simeq$ 87°. *Macle*: (100) simple şi lamelare. $H=5-6$. $G=3{,}29-3{,}37$. *Culoare*: verde, verde-pal.

Proprietăţi optice. $\alpha=1{,}662-1{,}691$, $\beta=1{,}670-1{,}700$, $\gamma=1{,}688-1{,}718$; $\gamma \wedge c=36°-48°$; $\Delta=0{,}018-0{,}027$, $2V_\gamma=58°-83°$.

Chimism. Mineral specific eclogitelor, aluminiul apare atît în afara anionului în coordonare octaedrică, dar şi în interiorul anionului în coordonare tetraedrică. Poziţiile Y arată substituiri Ca, Mg$\rightleftarrows$Na, Al la omfacit, în contrast cu fassaitul, care arată Si, $R^{2+}\rightleftarrows$Al, Al.

Ocurenţă. Se întîlneşte în roci eclogitice.



FASSAIT Ca(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al) [(Si, $Al)_2O_6$]

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 \simeq 9{,}71$; $b_0=8{,}86$; $c_0 \simeq 5{,}26$ Å. $\beta \simeq 106°$. Z=4.

Clivaj: (110) bun. *Macle*: (100) simple şi lamelare. $H=6$. $G=2{,}96-3{,}34$. *Culoare*: verde-deschis. Pleocroism slab.

Ocurenţă. Apare în calcare metamorfozate, în paragnaise.

Grupul inosilicaţilor cu lanţuri duble — amfiboli

O particularitate a structurii cristaline a amfibolilor constă în existenţa unor lanţuri duble de tetraedri de siliciu şi oxigen constituite din grupări anionice de forma $[Si_4O_{11}]^{6-}$, la care se pot adăuga anioni OH^{1-}, independenţi, care ridică valoarea sarcinii electrice negative. Anionii se pot prezenta şi sub forma $[(Si, Al)_4O_{11}]^{7-}$. În acest caz raportul Si/O este 4/11, spre deosebire de piroxeni unde este 1/3. Raportul Al/Si nu poate fi mai mare de 1/3.

Formula generală a mineralelor amfibolice este $[W, X, Y]_{7-8}[Z_4O_{11}]_2(OH)_2$. X, Y, W sînt cationi reprezentaţi prin elemente cu raze ionice similare, capabile să se înlocuiască reciproc. În poziţiile W apar cationi cu raze mari, de exemplu Ca substituit cu Na şi în cantităţi mai reduse cu K; X reprezintă cationii cu raze intermediare: Mg^{2+}, Fe^{2+} şi Mn^{2+}, iar poziţiile Y sînt ocupate de Fe^{3+}, Ti şi Al^{3+} în coordonare tetraedrică. Z este reprezentat prin Si şi Al în coordonare tetraedrică. Pentru caracterizarea substituţiilor izomorfe la amfiboli reţinem în concluzie următoarele aspecte:

— Al poate substitui parţial Si, gruparea anionică $[Si_4O_{11}]^{6-}$ luînd forma $[AlSi_3O_{11}]^{7-}$;

— Mg^{2+} şi Fe^{2+} se pot substitui în orice proporţie;

— în cazul elementelor (Ca, Na, K), Ca este cationul esenţial, iar K este element minor; Na poate substitui Ca în proporţii variabile de la zero pînă la 2 sau 3;

— OH este substituit prin F; uneori apare şi ionul O; gruparea (OH, F) are indicele 2;

— în cazul termenilor care apar sub forma compuşilor dubli cu elemente bivalente raportul W : X are valoarea 2 : 5. Formula generală este: $W_{2-3} \cdot X_5[Z_4O_{11}]_2(OH)_2$;

— în cazul termenilor dubli cu elemente trivalente raportul W : X are valoarea 3 : 5, aceasta fiind impusă de apariţia simultană în complexul anionic a substituirilor Si^{4+} cu Al^{3+}. Datorită acestui fapt valoarea electrostatică a anionului creşte, iar în seria cationilor apar elemente suplimentare, de regulă monovalente, dispuse în spaţiile libere existente în reţeaua cristalină a lanţurilor duble. Formula generală este: $(W, X, Y)_{7-8}[Z_4O_{11}]_2(O, F, OH)_2$.

În funcţie de chimism şi de modul de legare a lanţurilor duble, în grupul amfibolilor deosebim, ca şi la piroxeni, termeni rombici şi monoclinici (tab. 243).

Tabelul 243

Clasificarea amfibolilor

AMFIBOLI ROMBICI
A. *Seria antofilitului* $(Mg, Fe)_7[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2$
Antofilit $(Mg, Fe^{2+})_7[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2$
Gedrit $(Mg, Fe^{2+})_{6-5}Al_{1-2}[Si_3(Si, Al)O_{11}]_2(OH, F)_2$
Ferogedrit $(Fe^{2+}, Mg)_5Al_2[Si_3AlO_{11}]_2(OH, F)_2$
Holmquisit $Li_2(Mg, Fe^{2+})_3(Al, Fe^{3+})_2[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2$
AMFIBOLI MONOCLINICI
A. *Seria cumingtonitului* $(Mg, Fe)_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$
Kupferit $Mg_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$
Grünerit $Fe_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$
B. *Seria actinot-tremolit* $Ca_2(Mg, Fe)_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$
Tremolit $Ca_2Mg_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$
Actinot $Ca_2(Mg, Fe)_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$
Feroactinot $Ca_2Fe_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$
C. *Seria hornblendei* $(Na, K)_{0-1}Ca_{1,5-2}(Mg, Fe^{2+})_{3-5}(Al, Fe^{3+})_{2-0}[Al_{2-1}Si_{6-7}O_{22}](OH, F)_2$
Hornblenda comună $(Ca, Na, K)_{2-3}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_5[(Al, Si)_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$
Edenit $NaCa_2Mg_5[AlSi_7O_{22}] \cdot (OH, F)_2$
Feroedenit $NaCa_2Fe_5^{2+}[AlSi_7O_{22}](OH, F)_2$
Tschermakit $Ca_2Mg_3(Al, Fe^{3+})_2[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$
Ferotschermakit $Ca_2Fe_3^{2+}(Al, Fe^{3+})_2[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$
Pargasit $NaCa_2Mg_4(Al, Fe^{3+})[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$
Ferohastingsit $NaCa_2Fe_4^{2+}(Al, Fe^{3+})[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$
Hornblendă bazaltică $Ca_2(Na, K)_{0,5-1,0}(Mg, Fe^{2+})_{3-4}(Fe^{3+}, Al)_{2-1}[Al_2Si_6O_{22}]$ $(O, OH, F)_2$
Barkevikit $Ca_2(Na, K)(Fe^{2+}, Mg, Fe^{3+}, Mn)_5[Al_{1,5}Si_{6,5}O_{22}](OH, F)_2$
D. *Seria amfibolilor sodici* $Na_{2-3}Ca_{1-0}(Mg, Fe^{2+})_{5-3}(Al, Fe^{3+})_{0-2}[Al_{1-0}Si_{7-8}O_{22}](OH, F)_2$
Glaucofan $Na_2Mg_3Al_2[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2$
Magnezioriebeckit $Na_2Mg_3Fe_2[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2$
Riebeckit $Na_2Fe_3^{2+}Fe_2^{3+}[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2$
Katoforit $Na_2CaFe_4^{2+}(Fe^{3+}, Al)[AlSi_7O_{22}](OH, F)_2$
Magneziokatoforit $Na_2CaMg_4(Fe^{3+}, Al)[AlSi_7O_{22}](OH, F)_2$
Eckermanit $Na_{2,5}Ca_{0,5}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al, Li)_5[Al_{0,5}Si_{7,5}O_{22}](OH, F)_2$
Arfvedsonit $Na_{2,5}Ca_{0,5}(Fe^{2+}, Mg, Fe^{3+}, Al)_5[Al_{0,5}Si_{7,5}O_{22}](OH, F)_2$

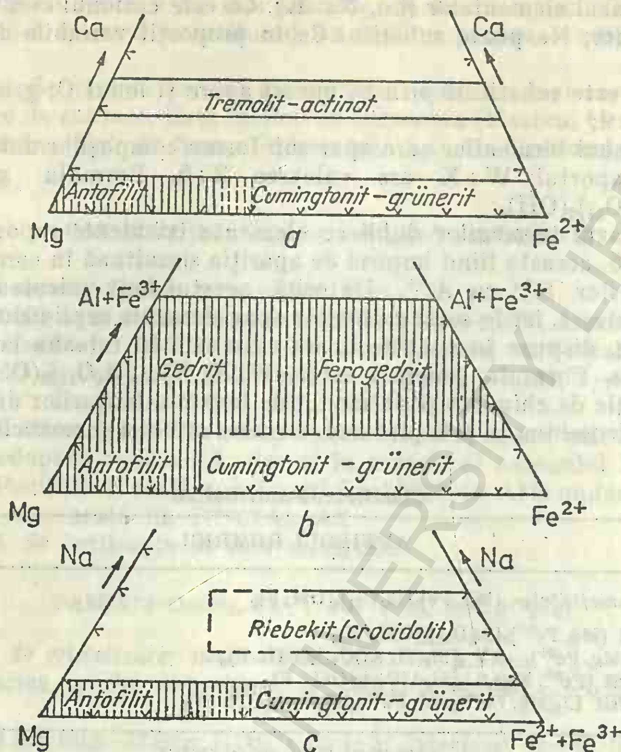


Fig. 181. Schema diagramelor de compoziție a amfibolilor:
a) $Mg-Ca-Fe^{2+}$; *b)* $Mg-Fe^{2+}-(Al, Fe^{3+})$; *c)* $Mg-Na-(Fe^{2+}+Fe^{3+})$.

Principalii termeni din grupul amfibolilor se pot reprezenta în cadrul a trei sisteme:

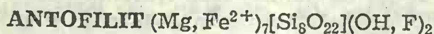
a) $Mg-Ca-Fe^{2+}$ — în absența alcaliilor și a elementelor trivalente;

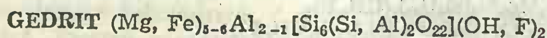
b) $Mg-Fe^{2+}-(Al, Fe^{3+})$ — de asemenea, în absența alcaliilor și în prezența unor conținuturi mici de calciu;

c) $Mg-Na-(Fe^{2+}+Fe^{3+})$ — în absența calciului. În figura 181 sînt prezentate, în funcție de proporția atomică a cationilor, varietățile cele mai importante.

1. AMFIBOLI ROMBICI

A. Seria antofilitului


ANTOFILIT $(Mg, Fe^{2+})_7[Si_8O_{22}](OH, F)_2$


GEDRIT $(Mg, Fe)_{5-6}Al_{2-1}[Si_6(Si, Al)_2O_{22}](OH, F)_2$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c = 1,072 : 1 : 0,292.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=18{,}50-18{,}60$; $b_0=17{,}70-18{,}10$; $c_0=5{,}27-5{,}32$ Å. Z=4.

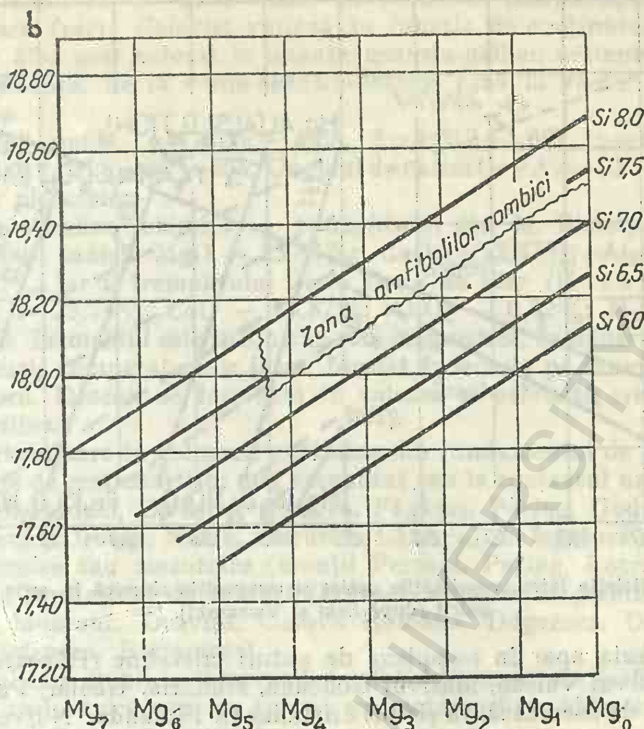


Fig. 182. Relaţia între parametrul b şi compoziţia chimică în ecuaţia antofilit şi gerdit prezentată de Francis şi Hey (1956), numărul ionilor în baza 24 (O, OH, F).

Habitus: cristale prismatice, mase compacte, radiare, deseori fibroase. *Clivaj*: (210) perfect, (010), (100) imperfect. $H=5^1/_2$. $G=2,9-3,2$; variază odată cu creşterea conţinutului în Fe (fig. 377). *Culoare*: alb, cenuşiu, verde, galben-brun, brun-verzui, brun-roşietic. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. $\alpha=1,596-1,694$, $\beta=1,605-1,710$, $\gamma=1,615-1,722$, $\Delta=0,013-0,028$, $2V\gamma,\alpha=78°-111°$.

Chimism. Antofilitul şi gedritul formează o serie continuă, în care se remarcă variaţii continue ale proprietăţilor fizice şi chimice. Substituiri importante apar între $Mg^{2+}\rightleftarrows Fe^{2+}$ şi $(Mg, Fe^{2+})+Si\rightleftarrows Al+Al$. Sînt cunoscuţi următorii termeni principali: *antofilit*, *feroantofilit*, *gedrit* şi *ferogedrit*. În funcţie de proporţiile substituirilor sînt semnalate variaţii ale proprietăţilor fizice şi optice; soluţiile solide aparţinînd acestor termeni sînt sugestiv prezentate în diagrama propusă de Seki şi Yamasaki (1975) (fig. 183).

Analiza chimică: SiO_2 — 45,8%; TiO_2 — urme; Al_2O_3 — 2,34%; Fe_2O_3 — 6,32%; FeO — 29,34%; MnO — 10,66%; CaO — 2,31%; H_2O^+ — 1,86%; H_2O^- — 0,36% — antofilit, Iacobeni, România (Orlov, 1932).

Ocurenţă. Mineralele din această serie sînt specifice formaţiunilor metamorfice şi uneori rocilor metasomatice de contact.

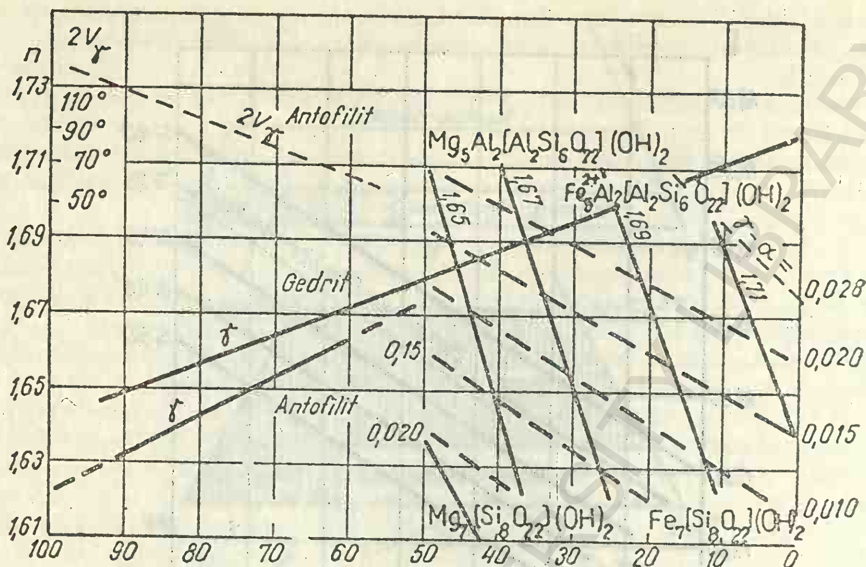
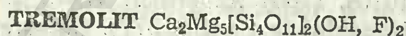


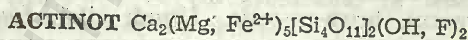
Fig. 183. Relaţia între proprietăţile optice şi compoziţia chimică în seria antofilit-gedrit (după Seki şi Yamasaki).

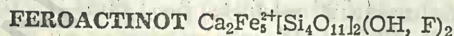
În România apar în complexe de şisturi cristaline (Răzoare, Iacobeni, Răşinari, Masivul Vulcan, Masivul Godeanu, Rudăria, Ghelar, Palazu Mare), întîlnindu-se, de asemenea, în şisturi cristaline în Finlanda, Norvegia, Groenlanda, U.R.S.S. (regiunea Sverdlovsk).

2. AMFIBOLI MONOCLINICI

A. Seria tremolit-actinot


TREMOLIT $Ca_2Mg_5[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2$


ACTINOT $Ca_2(Mg, Fe^{2+})_5[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2$


FEROACTINOT $Ca_2Fe_5^{2+}[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relaţia axială: a : b : c=0,545 : 1 : 0,293; β=104°50′.
Dimensiunea celulei elementare: $a_0 \simeq 9{,}85$; $b_0 \simeq 18{,}10$; $c_0 \simeq 5{,}30$ Å. Z=2.
Habitus: cristale lungi, prismatice, aciculare, cu forme alungite paralel cu axul „c"; frecvent sub formă de mase radiare, fibroase, uneori sub formă de agregate pîsloase; tremolitul apare uneori sub formă de mase compacte, criptocristaline, neobişnuit de plastice, ceea ce le conferă importanţă practică.

După caracterele morfologice şi structura maselor de actinot se disting următoarele varietăţi principale: *jadul* (nefritul), varietate criptocristalină compactă, plastică, în diferite nuanţe de verde, cu luciu, strălucitor; *amiantul* (asbest tremolitic) cu formă foarte caracteristică, în vinişoare de grosimi de cîţiva mm, care au structură paralel fibroasă, fibrele fiind situate perpendicular pe pereţii vinişoarelor. *Clivaj*: (110), perfect spre bun, (100) imperfect.

(110) ∧ (1$\bar{1}$0) ≃ 56°. H=5–6. G=3,02–3,44. *Macle*: (100) simple și lamelare, (001) lamelare (rar). *Culoare*: variază în funcție de conținutul de fier; tremolitul este alb, ușor colorat în nuanțe cenușiu-gălbui; actinotul este verde de diferite nuanțe, de la verde-cenușiu-deschis pînă la verde. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. α=1,599–1,688, β=1,612–1,697, γ=1,622–1,705, Δ=0,027–0,017, 2Vα=86°–65°. Unghiul de extincție $\gamma \wedge c$=10°–20°; actinotul este ușor pleocroic.

Chimism. Analiza chimică a tremolitului din M. Bistriței (România) (Pony, 1900) indică MgO – 25,33%; CaO – 13,37%; Al_2O_3 – 0,92%; H_2O – 1,76%, iar a tremolitului de la Ocna de Fier (Kissling, 1967) indică MgO – 25,33%; CaO – 13,37%; Al_2O_3 – 0,92%; H_2O – 1,76%.

Ocurență. *Tremolitul* este întîlnit în roci magmatice, ca mineral epimagmatic, caracteristic temperaturilor joase, format îndeosebi pe seama piroxenilor feromagnezieni. Deseori se formează în calcare și dolomite cristaline și în șisturi cristaline.

Tremolitul apare în calcarele cristaline din fundamentul de șisturi cristaline, în zonele de metamorfism mai accentuat sau la contactul unor intruziuni vechi (munții Rodnei, Bistriței, Giurgeu, Făgăraș, Parîng, Godeanu, Poiana Ruscă, Semenic, Drocea, Măcin, Ditrău la Lăzarea), în legătură cu roci ultrabazice paleozoice sau mezozoice (munții Perșani, Parîng, Lotru, Sebeș); de asemenea, în formațiuni de contact (skarne), asociate magmatismului banatitic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Rușchița, Pietroasa, Budureasa).

Actinotul este stabil la temperaturi relativ joase și este întîlnit în șisturi cristaline și roci bazice care au suferit un metamorfism hidrotermal. Uneori apare în asociație cu tremolitul.

În România, actinotul este caracteristic pentru rocile verzi și șisturile cristaline epizonale din Carpații Orientali, Carpații Meridionali și M. Apuseni, formînd lentile de amfibolite actinotice (seriile de Leaota, de Locva, de Biharia). Ca produs de alterare se găsește în serpentinitele din Carpații Meridionali și în rocile permo-carbonifere din masivul Bihor. Deseori apare în corneene și skarne, formate la contactul eruptivului banatitic din Banat și M. Apuseni și al eruptivului neogen din Carpații Orientali și M. Apuseni, precum și în zonele de autometamorfism hidrotermal ale magmatitelor laramice și neogene. Varietăți asbestiforme se întîlnesc în șisturile cristaline din zonele localităților Păltiniș, Rudăria, Ghelar, Cerișor, Buru. La Greci (Măcin) este descris ca *smaragdit*.

Amiantul a fost descris în zona de alterație a skarnelor magneziene de la Sasca Montană.

B. Seria cummingtonitului

KUPFERIT $Mg_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$ (ipotetic)

CUMMINGTONIT $(Mg, Fe)_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$

GRÜNERIT $Fe_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,523 : 1 : 0,293; β=101°50′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0 ≃ 9,60; b_0=18,30; c_0=5,30 Å. Z=2.

Habitus: agregate fibroase, radiare. *Macle*: (100) simple și lamelare. *Clivaj*: (110) bun. $(110) \wedge (1\bar{1}0) = 55°$. $H = 5-6$. $G = 3,10-3,60$. *Culoare*: cafeniu, galben-pal în secțiuni subțiri; crește odată cu creșterea Fe. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice: variază în funcție de conținutul în Fe.

Cummingtonit: $\alpha = 1,635-1,665$, $\beta = 1,644-1,675$, $\gamma = 1,655-1,698$, $\Delta = 0,020-0,030$, $2V\gamma = 65°-90°$.

Grünerit: $\alpha = 1,665-1,696$, $\beta = 1,675-1,709$, $\gamma = 1,698-1,729$, $\Delta = 0,030-0,045$, $2V\alpha = 90°-96°$.

Chimism. Între cummingtonit și grünerit există o serie tipică continuă. În pozițiile caracteristice Fe^{2+} se întîlnesc ioni de Fe^{3+}, Mn. Aceste varietăți

Tabelul 244

Analizele chimice ale cummingtonitului — varietatea dannemorit

	1	2	3
SiO_2	49,58	48,98	48,78
Al_2O_3	0,53	0,56	—
Fe_2O_3	1,05	1,79	—
FeO	25,50	29,50	28,38
MnO	10,81	9,75	11,09
CaO	2,93	2,15	2,53
MgO	9,60	8,45	9,22

1, 2, 3 — Răzoare — România — (Kossmat Fr., John C., 1905)

pot conține și proporții apreciabile de Ca^{2+}. În cummingtonite, proporția de Mn poate atinge valori de 14,8% MnO, varietatea fiind cunoscută sub numele de *dannemorit*. Deseori, gruparea OH^- este substituită prin F^-, în acest caz fiind sesizate modificări în proprietățile fizice și, îndeosebi, optice ale mineralului (tabelul 245).

Tabelul 245

Variația proprietăților optice în sistemul fluor-cummingtonit-fluor-grünerit

Mol % $Mg_7[Si_8O_{22}](OH)_2$ $Fe_2[Si_8O_{22}](OH, F)_2$	α	β	γ	$\beta \wedge c$
100— 0	1,583	1,590	1,598	8°
73— 27	1,604	1,613	1,623	20°
48— 52	1,625	1,634	1,645	21°
0—100	1,665	1,676	1,690	12°

Ocurență. Apar în depozite de minereuri, în micașisturi și în zone de contact. În România, cummingtonitul este întîlnit în șisturile cristaline din lanțul carpatic (Masivul Godeanu) și din fundamentul Dobrogei Centrale (Palazu Mare). Varietatea manganiferă numită *dannemorit* este constituent al minereurilor primare de mangan, legate de cuarțitele negre din șisturile cristaline (Răzoare, Iacobeni, Șaru Dornei, M. Sebeș, Globurău, Delinești).

C. Seria hornblendei

HORNBLENDĂ COMUNĂ $(Ca, Na, K)_{2-3}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_5[(Si, Al)_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$

EDENIT-FEROEDENIT $NaCa_2(Mg, Fe^{2+})_5[AlSi_7O_{22}](OH, F)_2$

TSCHERMAKIT-FEROTSCHERMAKIT $Ca_2(Mg, Fe^{2+})_3(Al, Fe^{3+})_2[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relaţia axială: a : b : c=0,547 : 1 : 0,295; β=105°31′.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,9; b_0=18,0; c_0=5,3 Å. Z=2.
Forme şi unghiuri:

$(110) \wedge (1\bar{1}0)$=55°35′ $(001) \wedge (\bar{1}01)$=31°37′

$(011) \wedge (0\bar{1}1)$=31°44′ $(031) \wedge (0\bar{3}1)$=80°56′

$(001) \wedge (100)$=74°29′ $(\bar{1}01) \wedge (011)$=34°41′.

Habitus: cristale prismatice, columnare cu aspect hexagonal determinat de combinaţia formelor (110) şi (010); agregate granulare, masive. *Macle*: comune, după (100) simple, lamelare. *Clivaj*: (110) bun, (56°), (100), (001) imperfect. *H*=5–6. *G*=3,02–3,45. *Culoare*: verde, verde-deschis, brun în diferite nuanţe, galben-cenuşiu în secţiuni subţiri. *Urmă*: albă cu nuanţă verzuie. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice: α=1,615–1,705, β=1,618–1,714, γ=1,632–1,730, Δ=0,014–0,026, $\beta \wedge c$=13°–34°. $2V\alpha,\gamma$=95°–27°. Pleocroismul este caracteristic şi diferit în funcţie de chimismul cristalului (tab. 309).

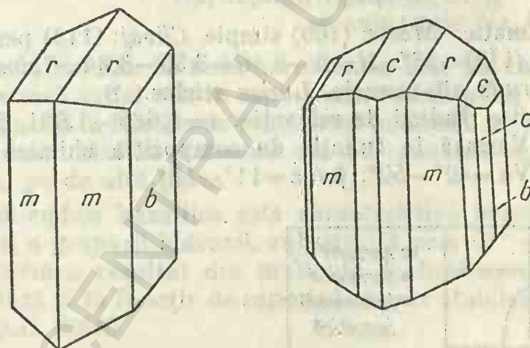


Fig. 184. Cristale de hornblendă.

PARGASIT $NaCa_2Mg_4(Al, Fe^{3+})[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$

FEROHASTINGSIT $NaCa_2Fe_4^{2+}(Al, Fe^{3+})[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relaţia axială: a : b : c=0,53 : 1 : 0,29; β=105°30′.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,9; b_0=18,0; c_0=5,3 Å. Z=2.

Habitus: cristalele sînt de obicei prismatice, lungi, uneori fibroase. *Macle*: (100) simple, lamelare. *Clivaj*: (110) bun, (56°), (100), (001) imperfect. *H*=5–6.

$G=3{,}05$. *Culoare*: pargasitul este uşor brun, uneori aproape incolor; ferohastingsitul este verde-închis, negru, galben, verde-brun. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. Pargasitul: $\alpha=1{,}613$, $\beta=1{,}618$, $\gamma=1{,}635$, $\Delta=0{,}022$, $\beta \wedge c=26°$, $2V_\gamma=120°$, pleocroic: α=aproape incolor, galben-verzui-slab, β=uşor brun, verde-albăstrui, γ=brun-deschis, verde-albăstrui. Ferohastingsitul: $\alpha=1{,}702$, $\beta=1{,}729$, $\gamma=1{,}730$, $\Delta=0{,}028$, $\beta \wedge c=10°$, $2V\alpha \simeq 10°$, pleocroic: α=galben, brun-verzui, verde-gălbui, β=verde, albastru, verde-brun, γ= =verde-oliv, albastru-verde.

HORNBLENDĂ BAZALTICĂ $Ca_2(Na, K)_{0,5-1}(Mg, Fe^{2+})_{3-2}(Fe^{3+}, Al)_{2-3}[Al_2Si_6O_{22}](O, OH, F)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10{,}0$; $b_0=18{,}1$; $c_0=5{,}35$ Å. $Z=2$. $\beta=106°$.

Habitus: prismatic. *Macle*: (100) simple, lamelare. *Clivaj*: (110) perfect. $(110)\wedge(1\bar{1}0)=56°$. $H=5-6$. $G=3{,}19-3{,}30$. *Culoare*: cenuşiu-deschis, brun, uşor negru, roşcat în secţiuni subţiri. *Urmă*: albă spre gri-albăstruie. *Luciu*: sticlos, iar pentru varietăţile fibroase, sidefos.

Proprietăţi optice. $\alpha=1{,}662-1{,}690$, $\beta=1{,}672-1{,}730$, $\gamma=1{,}680-1{,}760$, $\Delta=0{,}018-0{,}070$, $2V\alpha=60°-82°$, $\beta \wedge c=0°-18°$.

BARKEVIKIT $Ca_2(Na, K)(Fe^{2+}, Mg, Fe^{3+}, Mn)_5[Al_{1,5}Si_{6,5}O_{22}](OH, F)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9{,}90$; $b_0=18{,}34$; $c_0=5{,}34$Å. $Z=2$. $\beta=106°$.

Habitus: prismatic. *Macle*: (100) simple. *Clivaj*: (110) perfect, (100), (001) imperfect. $(110)\wedge(1\bar{1}0)=56°$. $H=5-6$. $G=3{,}35-3{,}44$. *Culoare*: negru, brun, cenuşiu-gălbui. *Urmă*: alb-cenuşie. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. Indicii de refracţie: $\alpha=1{,}685-1{,}691$, $\beta=1{,}696-1{,}700$, $\gamma=1{,}701-1{,}707$. Variază în funcţie de compoziţia chimică (fig. 185). $\Delta=$ $=0{,}014-0{,}018$, $2V\alpha=40°-50°$; $\beta \wedge c=11°-18°$.

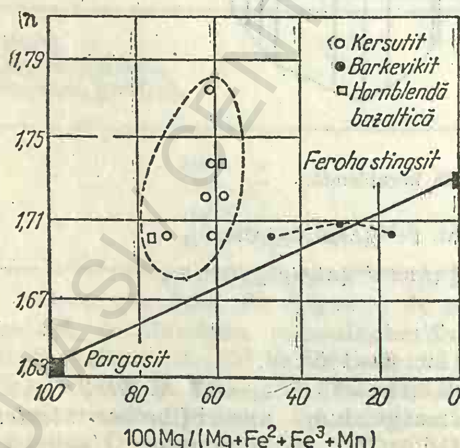
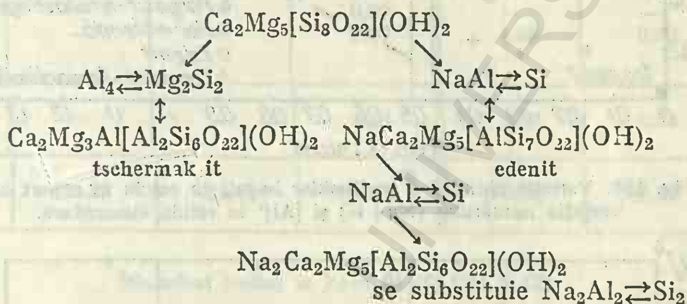


Fig. 185. Relaţia între compoziţia chimică şi indicele de refracţie la barkevikit, kersutit, hornblendă bazaltică în raport cu seria pargasit şi ferohastingsit.

Chimism și structură. În structura mineralelor din seria hornblendei se întîlnesc lanțuri duble, oxigenii formînd bazele tetraedrilor cu dispoziție planară; aspectul de ansamblu căpătat este de inele cu formă hexagonală. De o parte și de alta a unei benzi se găsesc oxigeni activi, care permit legarea acesteia cu alte benzi prin diverși ioni metalici. În interiorul ochiurilor hexagonale există suficient loc pentru ca să se plaseze ionii OH^- și de F^-. În cadrul grupării anionice, ionii de Si^{4+} sînt înlocuiți prin ioni de Al^{3+}, fenomen dealtfel întîlnit și la augite. Lanțurile duble sînt așezate paralel cu axa „c". Lanțurile duble la amfiboli au secțiunea benzilor de tetraedri de formă trapezoidală alungită, iar așezarea lor conduce la direcții de plane prismatice, care determină unghiuri de 124° (56°), cărora le corespunde clivajul prismatic bun al amfibolilor după fețele (110) și (1$\bar{1}$0).

Seria hornblendelor conține calciu, substituit prin sodiu, uneori potasiu. Conținutul în aluminiu variază în funcție de substituirile care se realizează în anionul complex sau în corelare cu cationii bivalenți de magneziu și fier.

H a l l i m o n d (1943) reprezintă variația chimismului amfibolilor din seria hornblendei după schema:



Miscibilitatea termenilor în seria hornblendei este bine studiată. Conținuturile în calciu variază astfel atît în raport cu conținutul în aluminiu din gruparea tetraedrică, cît și în funcție de conținutul în alcalii, pe de o parte, precum și în funcție de conținutul în aluminiu din coordonarea octaedrică plus fier trivalent și titan, pe de altă parte.

Pentru hornblendele bazaltice este caracteristică prezența fierului feric și feros, precum și a grupării hidroxil, substituită prin O^{2-} sau F^-. În general ele apar ca un termen rezultat din molecule de hastingstit și tschermakit. Proprietățile variază și în funcție de raportul care se stabilește între Fe^{3+}/Fe^{2+}, care este de regulă 60/40.

Variațiile înregistrate în chimism sînt determinate, atît de chimismul inițial, cît și de ocurența mineralelor (fig. 186, 187). Compoziția chimică a diferiților termeni din seria hornblendei este reprodusă în tabelul 246.

Variațiile chimice aduc modificări în proprietățile fizice și optice ale mineralelor din această grupă. Ele sînt impuse îndeosebi de schimbările raportului 100 $Mg/(Mg+Fe^{2+}+Fe^{3+}+Mn)$ și pot fi urmărite în tabelul 309 și diagramele din figura 380.

Transformări. În urma proceselor hidrotermale ulterioare, hornblenda se transformă în serpentină, clorit, epidot, calcit și cuarț. Ca și alte minerale feromagneziene, hornblenda prin alterare se descompune în nontronit, carbonați, iar la suprafață în limonit, opal, halloysit etc.

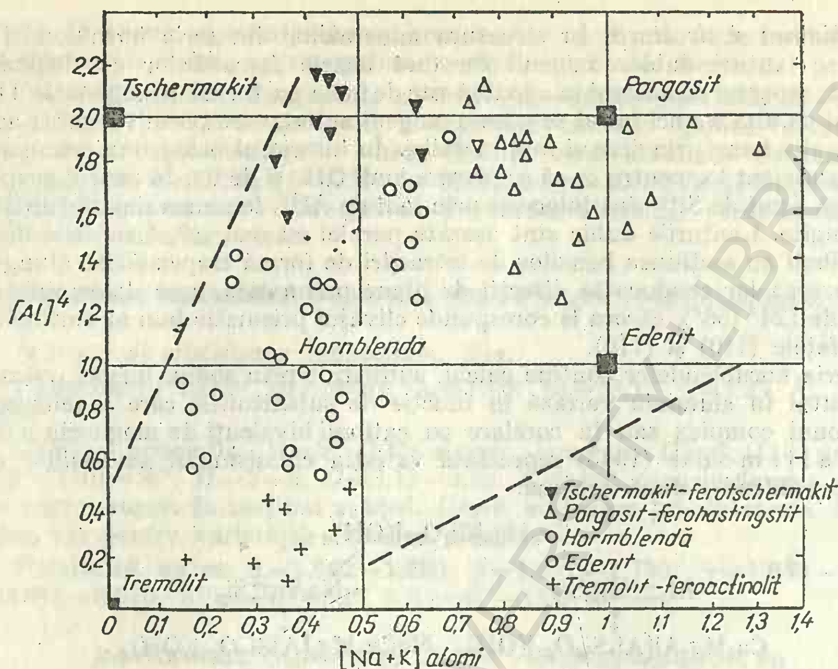


Fig. 186. Variaţia chimică a amfibolilor bogaţi în calciu în raport cu variaţia numărului (Na+K) şi $[Al]^4$ în celula elementară.

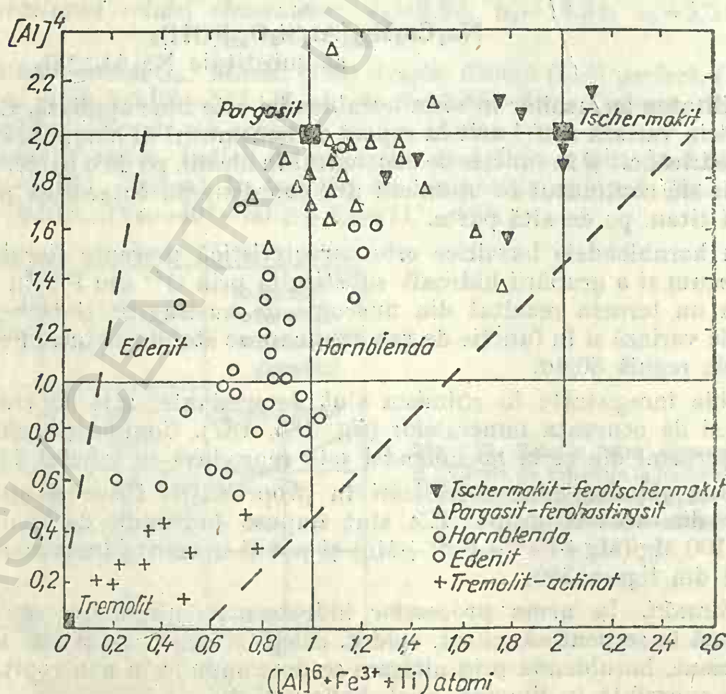


Fig. 187. Variaţia chimică a amfibolilor bogaţi în calciu în raport cu variaţia numărului în celula elementară ($[Al]^6+Fe^{3+}+Ti$) şi $[Al]^4$.

Analize chimice (seria hornblendelor)

	1	2	3	4	5	
SiO_2	51,63	50,08	42,05	51,09	47,60	SiO_2
TiO_2	urme	0,36	1,48	—	0,60	TiO_2
Al_2O_3	7,39	9,42	14,69	6,47	6,49	Al_2O_3
Fe_2O_3	2,50	1,14	3,21	0,21	6,07	Fe_2O_3
FeO	5,30	6,89	6,30	—	11,00	FeO
MnO	0,17	0,33	0,04	—	0,35	MnO
MgO	18,09	16,00	14,91	23,06	11,94	MgO
CaO	12,32	12,53	12,83	12,30	9,40	CaO
Na_2O	0,61	1,09	2,01	4,26	3,38	Na_2O
K_2O	—	0,21	0,65	—	1,49	K_2O
H_2O^+	2,31	1,49	1,53	—	1,80	H_2O^+
H_2O^-	—	—	0,09	—	—	H_2O^-
F	—	—	0,50	4,89	0,20	F
O≡F, Cl	—	—	0,21	2,06	0,08	O≡F
Total	100,32	99,54	100,29	102,28	100,33	

Numărul ionilor în baza 24 (O, OH, F, Cl)

	1		2		3		4		5		
Si	7,423	8,00	7,147	8,00	6,099	8,00	7,076	8,00	7,037	8,00	Si
Al	0,577		0,853		1,901		0,924		0,963		Al
Al	0,217		0,732		0,611		0,132		0,169		Al
Ti	—		0,039		0,161		—		0,067		Ti
Fe^{3+}	—	5,45	0,122	5,16	0,350	5,12	0,022		0,674		Fe^{3+}
Mg^+	5,181		3,403		3,224		4,760	4,91	2,630	4,94	Mg
Fe^{2+}	0,025		0,822		0,764		—		1,360		Fe^{2+}
Mn	0,020		0,039		0,005		—		0,043		Mn
Na	0,317		0,300		0,564		1,144		0,968		Na
Ca	1,658	2,03	1,916	2,25	1,994	2,68	1,825	2,97	1,489	2,74	Ca
K	0,054		0,038		0,120		—		0,280		K
OH	1,771	1,77	1,418	1,42	1,480	1,71	—	2,14	1,774	1,87	OH
F	—		—		0,229		2,142		0,093		F
100 Mg/ ($Mg+Fe^{2+}+Fe^{3+}+Mn$)	99,1		77,5		74,2		99,5		55,8		

1 — Hornblendă; Ankogel, Salzburg — Austria (P a u l i t s c h, 1948); 2 — Hornblendă-rocă amfibolitică; Cooma, Districtul New South Wales — Australia (J o p l i n, 1939); 3 — Hornblendă-rocă ultrabazică; Pammal Hill, Madras — India (H o w i e, 1955); 4 — Fluor edenit-sintetic (K o h n și C o m e f o r o, 1955); 5 — Edenit; Eganville — Ontario (W i n c h e l l, 1931; L e a k e, 1962).

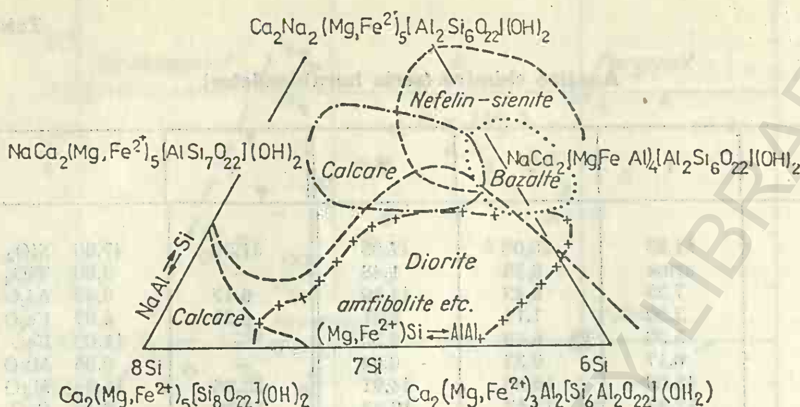


Fig. 188. Relaţia între compoziţia şi parageneza amfibolilor cu calciu.

Ocurenţă. Mineralele din seria hornblendei sînt componente caracteristice pentru multe roci eruptive intruzive intermediare (sienite, diorite, granodiorite), precum şi pentru rocile efuzive corespunzătoare. Sub formă de cristale mari hornblenda se întîlneşte în pegmatitele gabbroide, în formaţiuni metasomatice, în urma acţiunii soluţiilor pegmatitice acide asupra rocilor eruptive ultrabazice. Este foarte răspîndită şi în roci metamorfice, fiind mineral principal în amfibolite, şisturi amfibolice, gnaise etc. Relaţia între chimismul mineralelor din seria hornblendei şi rocilor în care ele apar este prezentată de Hallimond (1943) în diagrama indicată în figura 188.

Hornblenda bazaltică este un mineral caracteristic rocilor vulcanice (trahite, bazalte), uneori fiind întîlnită în andezite, basanite şi tefrite.

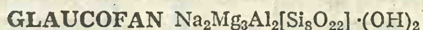
Barkevikitul se întîlneşte în rocile caracteristice pentru hornblendele bazaltice, dar îndeosebi în roci cu caracter alcalin (essexite, sienite cu nefelin şi sodalit, foidite).

În România hornblenda comună este întîlnită într-o gamă largă de formaţiuni. Astfel, se găseşte în amfibolite şi gnaise amfibolitice din fundamentul cristalin din Carpaţii Orientali, Carpaţii Meridionali M. Apuseni şi M. Dobrogei, în special în complexele mezozonale; în roci intruzive bazice şi ultrabazice, de vîrstă paleozoică (munţii Căpăţînii şi Almăjului); în roci intruzive acide sau intermediare, de vîrstă paleozoică, în granodiorite (M. Vulcan), granite şi fonolite (Masivul Greci), în roci alcaline (Masivul Ditrău), în unele gabbrouri, diabaze şi lamprofire, de vîrstă mezozoică, în Carpaţii Orientali (M. Tulgheşului), Carpaţii Meridionali (Masivele Făgăraş şi Parîng), M. Apuseni (M. Trascău, M. Metaliferi, M. Drocei); în roci magmatice banatitice, în granodiorite, dacite, diorite şi andezite (Banatul de SV şi V, M. Poiana Ruscă, M. Drocea, M. Bihor, Masivul Vlădeasa şi M. Gilău); în roci extrusive sau hipoabisice, dacitice şi andezitice, de vîrstă neogenă (munţii Oaş, Gutîi, Ţibleş, în Toroiaga, în munţii Rodnei, Bîrgău, Călimani, Gurghiu, Harghita, Metaliferi).

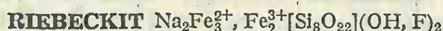
Hornblenda bazaltică apare în roci alcaline în M. Giurgeu (la Ditrău); varietatea *syntagmatit* — în nordmarkite, în essexite şi în gabbrouri cu olivină, în unele gabbrouri şi norite de vîrstă mezozoică (M. Drocea—Căzăneşti, Ciungani); în roci andezitice şi bazaltice de vîrstă neogenă (munţii Oaş, Gutîi, Ţibleş, Călimani, Gurghiu, Harghita, Metaliferi).

Barkevikitul apare în roci magmatice alcaline (M. Tulgheşului, Poiana Mărului, Holbav, masivul Făgăraş, Turcoaia, Ruşchiţa). A mai fost descris la Orşova în sienite cu cancrinit.

D. Seria amfibolilor alcalini



GLAUCOFAN $Na_2Mg_3Al_2[Si_8O_{22}]\cdot(OH)_2$



RIEBECKIT $Na_2Fe_3^{2+}, Fe_2^{3+}[Si_8O_{22}](OH, F)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,54 : 1 : 0,29; β=104°.

Dimensiunea celulei elementare: *glaucofan*: a_0=9,7; b_0=17,7; c_0=5,3 Å. Z=2; *riebeckit*: a_0=9,7; b_0=18,0; c_0=5,3 Å. Z=2.

Habitus: prismatic, acicular, aspect deseori asbestiform; uneori apar agregate granulare. *Macle*: (100) simple, lamelare. *Clivaj*: *glaucofan*: (110) bun; (110)$\wedge$(1$\bar{1}$0)=58°; *riebeckit*: (110) bun; (110)$\wedge$(1$\bar{1}$0)=56°. *H*=glaucofan=6; riebeckit=5. *G*=glaucofan=3,08−3,30; riebeckit=3,02−3,42. *Culoare*: glaucofanul este verde, albastru-cenuşiu, albastru-deschis, negru-albăstrui; riebeckitul este albastru clar, negru. *Urmă*: albă, verde-albăstruie. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. *Glaucofanul*: α=1,606−1,661, β=1,622−1,667, γ=1,627−1,670, Δ=0,008−0,022; $\beta\wedge c$=4°−14°, 2Vα=50°−0°. *Riebeckitul*: α=1,654−1,701, β=1,662−1,711, γ=1,688−1,717, Δ=0,006−0,016, 2Vγ,α=40°−90°; $\beta\wedge c$=3°−21°.

Chimism. Glaucofanul şi riebeckitul sînt minerale comune în grupul mineralelor amfibolice. Parageneza lor este însă distinctă: glaucofanul este întîlnit în şisturi cristaline, în timp ce riebeckitul este specific rocilor magmatice alcaline; varietatea fibroasă numită *crocidolit* se întîlneşte în roci metamorfice. Termenul intermediar între glaucofan şi riebeckit este *magnezioriebeckit*. Termenii principali separaţi între glaucofan şi riebeckit în funcţie de raportul100 $Fe^{3+}/(Fe^{3+}+[Al]^6+Ti)$ sînt prezentaţi în figura 189.

Compoziţia chimică a mineralelor exprimată prin formula teoretică este rar întîlnită; sînt dese substituiri ale Mg^{2+} prin Fe^{2+} şi $[Al]^{6+}$, mai puţin Fe^{3+}. Substituirile Mg^{2+} cu Fe^{3+} întovărăşite de înlocuirile $[Al]^{6+}$ cu Fe^{3+} sînt deseori limitate, obţinîndu-se uneori varietatea *feroglaucofan*. Ca^{2+} apare ca înlocuitor al Na, fenomen semnalat îndeosebi la varietatea crocidolit. Variaţia chimismului în seria glaucofan-riebeckit se evidenţiază prin modificări continue ale proprietăţilor optice (tabelul 309, diagrama din fig. 374). Corelarea între compoziţia chimică şi proprietăţile optice a fost studiată de Murgoci (1932), Horikosi (1936), Willems (1937), Miyashiro (1957) etc., variaţia proprietăţilor fizice fiind determinată atît de substituirile $Mg^{2+}\rightleftarrows Fe^{2+}$, cît şi de $Al\rightleftarrows Fe^{3+}$ (fig. 190).

Ocurenţă. Glaucofanul este un mineral caracteristic rocilor metamorfice, iar riebeckitul este specific rocilor alcaline.

În România, *glaucofanul* apare în şisturi cristaline (Iacobeni), în legătură cu magmatismul banatitic (Tincova) şi în fracţiunea grea a unor depozite glauconitice (Valea Doftanei).

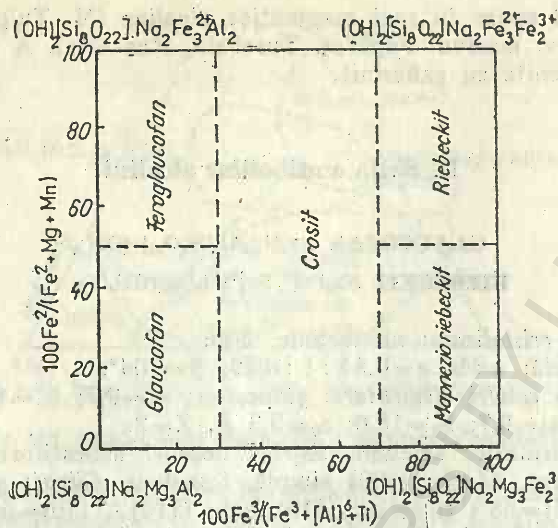


Fig. 189. Variaţia compoziţiei chimice în funcţie de $100\ Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg+Mn)$ şi $100\ Fe^{3+}/(Fe^{3+}+[Al]^6+Ti)$

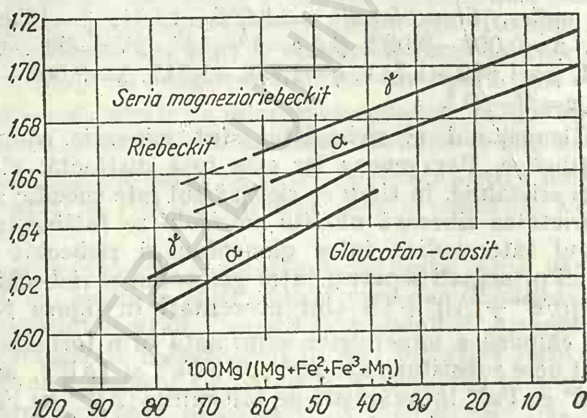


Fig. 190. Relaţia între compoziţia chimică şi indicii de refracţie în seria glaucofan-crosit şi magnezioriebeckit-riebeckit.

În cristalinul Alpilor Occidentali se întîlneşte la Val Baqua (Elveţia) şi la St. Marcel (Italia). În U.R.S.S. s-a găsit la Krivoi-Rog, Kazahstanul de Est şi Peninsula Apşeron — R. S. S. Azerbaidjană.

Riebeckitul apare în România ca un constituent al rocilor alcaline, de vîrstă probabil paleozoic superioară (Turcoaia, Cîrjelari) şi liasică (Codlea, Vulcan, Poiana Mărului, Masivul Făgăraş). La Ditrău au fost descrise riebeckitul şi magnezioriebeckitul în sienite şi lamprofire.

În Nigeria apare la Kigon—Hills, în Scoţia la Shetland, în Colorado (S.U.A.) la Pikes Peack.

ECKERMANIT $Na_{2,5}Ca_{0,5}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al, Li)_5[Al_{0,5}Si_{7,5}O_{22}](OH, F)_2$

ARFVEDSONIT $Na_{2,5}Ca_{0,5}(Fe^{2+}, Mg, Fe^{3+}, Al)_5[Al_{0,5}Si_{7,5}O_{22}](OH, F)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Dimensiunea celulei elementare:
— eckermanit: a_0=9,7; b_0=17,7; c_0=5,3 Å. β=104°. Z=2.
— arfvedsonit: a_0=9,9; b_0=18,0; c_0=5,3 Å. β=104°. Z=2.
Habitus: cristale columnare, agregate columnare, agregate granulare. *Macle*: eckermanit: (100) simple, lamelare. *Clivaj*: (110) perfect, (010) imperfect, (110) ∧ (1$\bar{1}$0)=56°. *H*=5—6. *G*=eckermanit=3,00; arfvedsonit=3,5. Crește odată cu creșterea conținutului în Fe. *Culoare*: albastru-închis pînă la negru (eckermanit), negru-verzui, negru (arfvedsonit). *Urmă*: albastră, cenușie. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. Eckermanit: α=1,612—1,638, β=1,625—1,652, γ= =1,630—1,654, Δ=0,009—0,020, 2Vα=80°—15°, α ∧ c=58°—18°. *Arfvedsonit*: α=1,674—1,700, β=1,679—1,709, γ=1,686—1,710, Δ=0,005—0,012, 2Vα= =0°—50°, α ∧ c=0°—30°. În funcție de chimism în cadrul seriei eckermanit-arfvedsonit apar variații în cadrul proprietăților optice. Aceste variații sînt prezentate în diagrama din fig. 375.

Ocurență. Seria eckermanit-arfvedsonit este caracteristică rocilor plutonice alcaline și pegmatitelor asociate acestora; de cele mai multe ori ele aparțin magmelor agpaitice. Arfvedsonitul apare în sienite cu cuarț și sienite nefelinice.

Arfvedsonitul este întîlnit în România în roci magmatice de vîrstă liasică (Brașov, Codlea, Vulcan), în sienite și essexite la Ditrău și în elemente ale unor conglomerate eocene (Comănești). În Finlanda apare la Kuhtelysvaara, iar în Groenlanda la Kaugerdlaursuq. Eckermanitul se găsește în Suedia, la Norra Kär, în U.R.S.S. în Peninsula Kola la Lovazero.

VI. SILICAȚI CU STRATURI INFINITE DE TETRAEDRI DE SiO_4 — FILOSILICAȚI

O particularitate pentru mineralele caracterizate prin structuri cristaline în straturi infinite este marea variabilitate a chimismului și a proprietăților fizice. Proprietăți comune caracteristice sînt morfologia și clivajul. Structura cristalină este constituită din tetraedri de SiO_4, care își pun în comun cîte trei oxigeni determinînd o rețea plană infinită, asemănătoare cu o rețea hexagonală. Ionii de oxigeni activi sînt orientați toți într-o singură direcție determinînd o rețea plană activă, complexul anionic aparținînd unei astfel de rețele exprimîndu-se prin $[Si_2O_5]^{2-}_{\infty}$ sau $[Si_4O_{10}]^{4-}_{\infty}$. Deseori tetraedri SiO_4 pot fi înlocuiți prin tetraedri AlO_4, anionul complex luînd forma $[AlSi_3O_{10}]^{-5}_{\infty}$ sau $[Al_2Si_2O_{10}]^{6-}_{\infty}$. În filosilicați, cu excepția apofilitului și prehnitului, rețelele tetraedrice se leagă între ele prin diverși cationi, mai frecvent Al^{3+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, care apar în coordonare octaedrică. Combinarea a două straturi hexagonale se realizează de regulă fie prin gruparea $Al(OH)_3$ (*hidrargilit*), fie prin gruparea

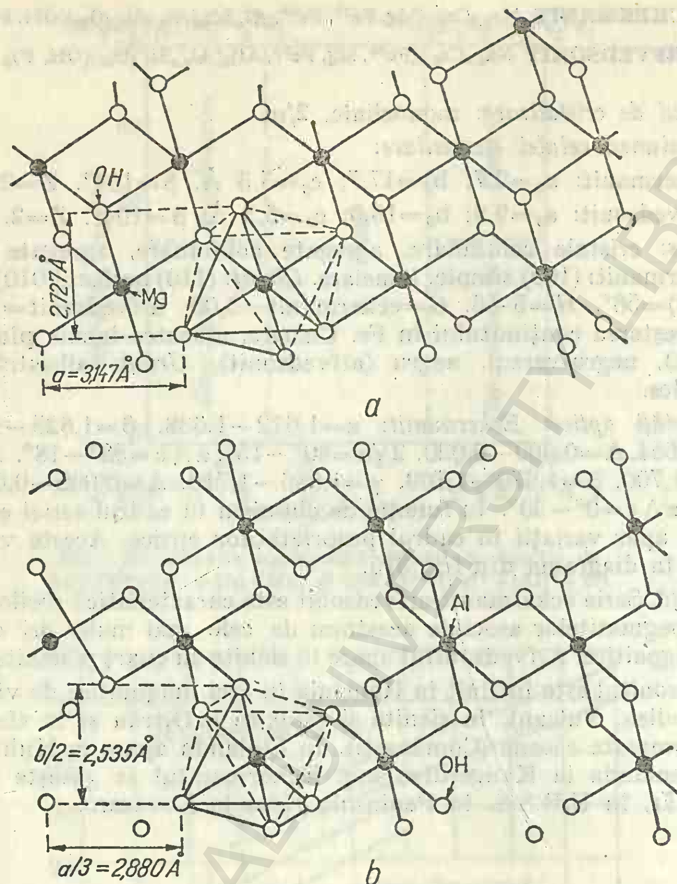


Fig. 191. Structura filosilicaţilor:
a) **cu strat brucitic;** *b*) **cu strat hidrargilitic.**

$Mg(OH)_2$ (*brucit*). Sarcina negativă a celor două straturi de $[Si_2O_5]^{2-}_{\infty}$ este neutralizată prin grupările brucit şi hidrargilit (*gibbsit*), neutralizarea obţinîndu-se printr-o pierdere parţială de grupări OH^- ale căror poziţii sînt ocupate prin ioni de oxigeni activi.

Asocierea straturilor tetraedrice (anioni) şi a celor octaedrice (cationi) determină formarea unui pachet; legătura între pachete este foarte slabă. Suprafeţele exterioare ale pachetelor, lipsite de oxigeni activi, sînt legate prin forţe Van der Waals reziduale. P a u l i n g (1930) introduce noţiunea de „poliedru anionic", incluzînd în alcătuirea acestuia straturi tetraedrice de oxigen şi straturi octaedrice de oxigen (oxidril). Ţinînd seamă de amplasarea acestor straturi în cadrul pachetelor (poliedrilor anionici) filosilicaţii sînt subîmpărţiţi în: a) filosilicaţi cu pachetul constituit din 2 straturi, unul tetraedric şi unul octaedric, totalizînd o grosime de 7 Å. Acest pachet este denumit *„pachet de tip caolinitic"* şi este notat 1/1 sau Oc/T; b) filosilicaţi cu pachetul constituit dintr-un strat octaedric prins între două straturi tetraedrice şi a cărui grosime

este de 10 Å. Este denumit *„pachet de tipul micelor"* și este notat 2/1 sau T/Oc/T; c) filosilicați cu pachetul constituit dintr-o foaie de tip mică peste care se suprapune un strat octaedric liber. Această structură formează *„pachetul de tipul cloritelor"*, grosimea este de 14 Å și este notat 2/1/1 sau T/Oc/T/Oc. Stratul octaedric poate conține elemente bivalente; acestea ocupă numărul total de locuri existente (respectiv 3) — de aici și denumirea de *straturi trioctaedrice*. În cazul în care stratul conține elemente trivalente, un număr de numai 2/3 din locuri sînt ocupate prin cationi (respectiv 2), iar în acest caz vorbim de un *strat dioctaedric*.

Formula chimico-structurală a acestor minerale se prezintă sub forma: $X_2Y_{4-6}[Z_8O_{20}](OH, F)_4$, unde:

X = în special K, Na și Ca, uneori Ba, Rb, Cs;
Y = în special Al, Mg și Fe^{2+}, uneori Mn, Cr, Ti, Li, Fe^{3+};
Z = în special Si și Al, foarte rar Fe^{3+} și Ti.

Existența structurilor stratificate la filosilicați determină pentru toate aceste minerale existența unui habitus lamelar tabular după forma (001), imprimîndu-le aspecte corespunzătoare mineralelor uniaxe, de regulă pseudohexagonale. Clivajul este perfect după (001). Calitatea clivajului variază în funcție de existența unor cationi suplimentari în rețelele cristaline. Prin introducerea K, Na clivajul este încă perfect, prin introducerea Ca, clivajul slăbește. Gradul de elasticitate al foițelor de clivaj este diferit, el variind în funcție de chimismul filosilicaților la mineralele la care înlocuirea tetraedrilor de SiO_4 cu AlO_4 se realizează în proporție de 1 : 3; formîndu-se complexul anionic $[AlSi_3O_{10}]^{5-}_{\infty}$ apare o singură sarcină negativă suplimentară și deci este necesară introducerea unui cation monovalent pentru neutralizarea ei. Cationul suplimentar se situează între straturile tetraedrice și anume în ochiurile hexagonale libere (coordonare 6). Foițele de clivaj inițial, foarte elastice și

Tabelul 247

Clasificarea celor mai importanți filosilicați

Cu strat dioctaedric (hidrargilitic)	Cu strat trioctaedric (brucitic)
Două straturi în structura cristalină	
Caolinit, nacrit, dickit Haloysit	Antigorit Crisotil
Trei straturi în structura cristalină	
Pirofilit Montmorillonit Muscovit Margarit	Talc Vermiculit Flogopit Clintonit Clorit

Tabelul 248

Caracteristicile principalelor grupe de minerale argiloase

Proprietate caracteristică		Kandite	Illite	Smectite	Vermiculite
Formula chimică generală		$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ (constantă pentru toate mineralele)	$K_{1,0-1,5}Al_4[(Si, Al)_8 \cdot O_{20}](OH)_4$	$M^{+}_{0,66}(Y^{3+}, Y^{2+})_{4-6}[(Si, Al)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n\ H_2O$	$M^{2+}_{0,66}(Y^{2+}, Y^{3+})[(Si, Al)_8O_{20}](OH)_4 \cdot 8\ H_2O$
Tipul structural		1 : 1 tetraedric-octaedric (dimorfic)	2 : 1 (trimorfic)	2 : 1 (trimorfic)	2 : 1 (trimorfic)
Compoziția stratului octaedric		dioctaedric	mai frecvent dioctaedric	di- sau trioctaedric	mai frecvent trioctaedric
Cationii principali între straturi		nimic	K	Ca, Na	Mg
Apă interstratificată		doar în halloysit (un strat de molecule de apă)	—	—	—
Distanța bazală		7,1 Å (10 Å în halloysit)	10 Å	variabil; aproape 15 Å (cu Ca)	variabil; 14,4 Å pentru varietățile hidratate
Comportare la tratarea cu etilenglicol		crește doar la halloysit	fără efect	crește cu două straturi glycol, distanța 17 Å	crește cu un strat- glycol, distanța 14 Å
Comportare la tratarea cu acid		caolinitul este solubil în acid diluat	imediat atacat	atacat	imediat atacat
Comportare la tratament termic (distanța bazală)	T=200°C	halloysitul se contractă la 7,4 Å; caolinitul aproape neschimbat	nu se remarcă schimbări	se micșorează la 10 Å	exfoliație, contractarea intervalului stratului
	T=650°C	caolinit→metacaolinit: 7 Å; dickit→metadickit rezistent 14 Å	10 Å	9,6—10 Å	se micșorează la 9 Å (ca talcul)
Condiții genetice		Alterarea rocilor acide și feldspaților; mediu de regulă acid	Alterarea micelor și feldspaților; mediu alcalin; necesitatea unei concentrații corespunzătoare de Al și K	Alterarea rocilor bazice și a materialului vulcanic; mediu de regulă alcalin; concentrație de Mg și Ca, deficit de K	Alterarea biotitului, cloritelor și amfibolilor sau a materialului vulcanic

foarte subţiri sînt acum ceva mai groase şi cu o elasticitate încă suficient de ridicată. În cazul în care asistăm la o înlocuire a tetraedrilor de SiO_4 cu AlO_4 în proporţie de 1 : 1, respectiv complexul anionic capătă forma $[Al_2Si_2O_{10}]^{-6}_{\infty}$ numărul total de sarcini suplimentare devine 2. Elementul cationic care neutralizează sarcinile negative este Ca, care se plasează tot între straturile tetraedrice. Apariţia unui element bivalent între aceste straturi măreşte puterea de legătură şi de aici foiţele de clivaj devin mai groase, cu suprafeţe mai puţin netede şi cu grad de elasticitate scăzut; este situaţia micelor casante (ex. *margaritul*).

Mineralele argiloase cu straturi dioctaedrice în structurile lor cristaline (*montmorillonit*) prezintă o particularitate care constă în aceea că îşi pot mări volumul în prezenţa unei cantităţi mari de apă, realizîndu-se o creştere a numărului de molecule reţinute în reţeaua cristalină. Această creştere produce după sine o mărire a direcţiei cristalografice „c", care variază în funcţie de numărul de molecule de apă reţinute de la 9 Å la 28,4 Å.

Tabelul 249

Clasificarea filosilicaţilor

I. GRUPUL FILOSILICAŢILOR CU STRATURI HIDRARGILITICE
1. *Cu două straturi în structura cristalină*
Grupa kanditelor (cu strat dioctaedric) Caolinit $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ Dickit $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ Nacrit $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ Anauxit $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot H_2O$
Grupa halloysitului (cu strat dioctaedric) Halloysit $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 4\ H_2O$ Metahalloysit $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 2\ H_2O$
Grupa alofanului Alofan $m\ Al_2O_3 \cdot n\ SiO_2 \cdot p\ H_2O$
2. *Cu trei straturi în structura cristalină*
Grupa smectitelor Montmorillonit $(1/2\ Ca, Na)_{0,7}(Al_{3,3}Mg_{0,7})[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n\ H_2O$ } (*cu strat dioctaedric*) Beidelit $(1/2\ Ca, Na)_{0,7}Al_4[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n\ H_2O$ } (*cu strat dioctaedric*) Nontronit $(1/2\ Ca, Na)_{0,7}Fe^{3+}_4[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n\ H_2O$ } (*cu strat dioctaedric*) Saponit $Na_{0,33}Mg_6[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n\ H_2O$ } (*cu strat trioctaedric*) Hectorit $Na_{0,33}(Mg, Li)_6[(Al, Si)_8O_{20}](OH, F)_2 \cdot (H_2O)_4$ } (*cu strat trioctaedric*) Sauconit $Na_{0,33}(Mg, Zn)_6[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n\ H_2O$ } (*cu strat trioctaedric*)

II. GRUPUL FILOSILICAŢILOR CU STRATURI BRUCITICE
1. *Cu două straturi în structura cristalină*
Grupa serpentinei (cu strat trioctaedric) Antigorit $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$ Crisotil $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$ Lizardit $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$
Garnierit $(Mg, Ni)_6[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 4\ H_2O$ Palygorskit şi sepiolit $(Mg, Al)_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot 2\ H_2O$
2. *Cu trei straturi în structura cristalină*
Grupa vermiculitului (cu strat trioctaedric) Vermiculit $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot n\ H_2O$
Grupa illitului (cu strat trioctaedric) Illit $K_{1-1,5} \cdot Al_4[Al_{1-1,5}Si_{7-6,5}O_{20}](OH)_4$ Fengit $K_2(Al, Fe^{2+}, Mg)_4[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ Hidromuscovit $K_2Al_4[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n\ H_2O$
Grupa talcului şi pirofilitului *Cu trei straturi în structura cristalină (cu strat trioctaedric)* Talc $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$ sau $Mg_6[Si_8O_{20}](OH)_4$ *Cu trei straturi în structura cristalină (cu strat dioctaedric)* Pirofilit $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$ sau $Al_4[Si_8O_{20}](OH)_4$
Grupa micelor *Cu trei straturi în structura cristalină (cu strat dioctaedric)* Muscovit $K_2Al_4[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ Paragonit $Na_2Al_4[Al_2Si_6O_{20}](OH)_4$ Lepidolit $K_2(Li, Al_{5-6})[Al_{2-1}Si_{6-7}O_{20}](OH, F)_4$ Fuchsit $K_2(Al, Cr)_4[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ Zinnwaldit $K_2(Fe^{2+}_{2-1}, Li_{2-3}, Al_2)[Al_{2-1}Si_{6-7}O_{20}](OH_{1-2}, F_{3-2})$ Fengit $K_2(Al, Fe^{2+}, Mg)_4[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ Glauconit $(K, Na, Ca)_{1,2-2,0}(Fe^{3+}, Al, Fe^{2+}, Mg)_{4,0}[Al_{1-0,4}Si_{7-7,6}O_{20}](OH)_4 \cdot n\ H_2O$ *Cu trei straturi în structura cristalină (cu strat trioctaedric)* Biotit $K_2(Mg, Fe^{2+})_{6-4}(Fe^{3+}, Al, Ti)_{0-2}[Al_{2-3}Si_{6-5}O_{20}]O_{0-2}(OH, F)_{4-2}$ Flogopit $K_2(Fe^{2+}, Mg)_6[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ Eastonit (Siderofilit) $K_2(Mg, Fe^{2+})_5Al[Al_3Si_5O_{20}](OH)_4$ Annit $K_2Fe^{2+}_6[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ *Grupa micelor casante (cu trei straturi în structura cristalină)* Margarit $Ca_2Al_4[Al_4Si_4O_{20}](OH)_4$ Clintonit $Ca_2(Mg\ etc._{4,6}Al_{1,4})[(Al_{5,5}Si_{2,5}O_{20}](OH)_4$ Xantofilit $Ca_2(Mg\ etc._{4,6}Al_{1,4})[Al_{5,5}Si_{2,5}O_{20}](OH)_4$ Cloritoid $Fe_4Al_4[Al_4Si_4O_{20}](OH)_8$

Stilpnomelan $(K, Na, Ca)_{0-1,4}(Fe^3, Fe^2, Mg, Al, Mn)_{5,9-8,2}[Si_8O_{20}(OH)_4](O, OH, H_2O)_{3,6-8,5}$
Grupa cloritelor *Seria cloritelor neoxidate* Pennin $Mg_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$ Clinoclor $(Mg, Fe)_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_1$ Proclorit $(Mg, Fe)_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{166}$ Corundofilit $(Mg, Fe)_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$ Amesit $Fe_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$ *Seria cloritelor oxidate* Thuringit $Fe_{3,5}(Al, Fe)_{1,5}[Al_{1,5}Si_{2,5}O_{10}](OH)_6 \cdot 4\ H_2O$ Chamosit $Fe_4Al[AlSi_3O_{10}](OH)_6 \cdot n\ H_2O$
ALŢI FILOSILICAŢI
Apofilit $KCa_4[Si_8O_{20}]F \cdot 8\ H_2O$ Prehnit $Ca_2Al[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

Grupul filosilicaţilor cu straturi hidrargilitice

1. FILOSILICAŢI CU DOUĂ STRATURI ÎN STRUCTURA CRISTALINĂ

Două straturi în structura cristalină (strat dioctaedric)

A. Grupa kanditelor

Din această grupă fac parte trei modificaţii: una triclinică şi două monoclinice polimorfe, care din punct de vedere chimic corespund unui silicat bazic de aluminiu $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ (caolinitul, dickitul şi nacritul). Ele sînt de regulă constituente ale rocilor argiloase şi fac parte din grupa mare a mineralelor argiloase. În structura mineralelor din grupa caolinitului se întîlnesc două straturi, unul tetraedric cu anionul de forma $[Si_4O_{10}]^{4-}_{\infty}$ şi unul octaedric de tipul $[Al_4O_4(OH)_8]$ sau $[Al(O, OH)_6]$. În astfel de pachete formate din două straturi, sarcina negativă totală a anionului complex şi a anionilor de hridroxili se compensează aproape în întregime cu sarcina pozitivă a cationului de aluminiu. Grosimea unui astfel de pachet este de 7,15 Å.

CAOLINIT $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.
Relaţia axială: a : b : c=0,576 : 1 : 0,830; α=91°80′; β=104°80′; γ=90°.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,15; b_0=8,95; c_0=7,39 Å d=7,15 Å. Z=1.

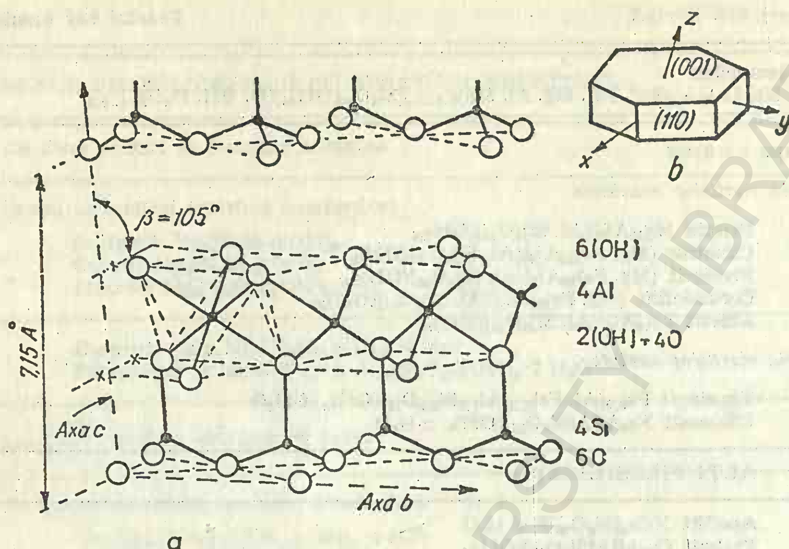


Fig. 192. Structura caolinitului (a); cristal de caolinit (b).

Habitus: cristalele au un habitus tabular, pseudohexagonal, de regulă de dimensiuni foarte mici (pînă la 1 mm). Frecvent sînt întîlnite fragmente de agregate cristaline solzoase îndoite; agregatele sînt afînate, solzoase sau fin-granulare, compacte. Uneori apare şi sub formă de mase stalactitice. *Macle*: rare. *Clivaj*: (001) perfect; uneori nu se observă datorită dimensiunii reduse a granulelor. $H=2-2^1/_2$. Solzii sînt flexibili dar nu elastici. $G=2{,}61-$ $-2{,}68$. *Culoare*: masele compacte sînt de culoare albă, deseori cu o nuanţă galbenă, brun-roşiatică, uneori verzuie sau albăstruie. Solzii sau foiţele foarte subţiri sînt incolore. *Urmă*: albă. *Luciu*: pe suprafeţele de clivaj luciul este sidefos, iar masele compacte prezintă un luciu mat. Masele uscate sînt aspre la pipăit.

Proprietăţi optice. $\alpha=1{,}553-1{,}565$, $\beta=1{,}559-1{,}569$, $\gamma=1{,}560-1{,}570$, $\Delta=0{,}006$, $2V_\alpha=24°-50°$, $\beta \wedge c=1°-3^1/_2$.

Chimism. Compoziţia caolinitului (tabelul 250) suferă în general variaţii mici. Analizele chimice pun însă în evidenţă numeroase elemente minore deseori fiind dificilă interpretarea acestora ca impurităţi chimice sau ca elemente care substituie cationii din reţea. Elementele minore cele mai frecvent întîlnite sînt: TiO_2 — 1%; Fe_2O_3 — 0,5%; FeO — 0,1%; MgO — 0,15%; CaO — 0,3%; Na_2O — 0—0,3%; K_2O — 0,5%. Titanul, fierul, magneziul substituie probabil Al, iar calciul, sodiul şi potasiul apar ca elemente adsorbite (schimb ionic) sau ca impurităţi. Faţă de caolinit, dickitul şi nacritul nu diferă din punctul de vedere al chimismului, doar haloisitul diferă prin conţinutul în molecule de apă.

Geneză. În general se formează prin alterarea rocilor eruptive şi metamorfice bogate îndeosebi în alumosilicaţi (mice, feldspaţi, zeoliţi etc.). Acest proces de formare a caolinitului este rezultatul acţiunii apei încărcată cu CO_2; în aceste condiţii, alcaliile, elementele feromagnezine, elementele alcalino-teroase, alături de o parte din SiO_2, sînt îndepărtate, iar alumina şi cu restul de SiO_2 reacţionează formînd caolinitul. O parte din mineralele stabile din

Tabelul 250

Analize chimice ale mineralelor argiloase din grupa kanditelor și grupa halloysitului

	1		2		3		4	
SiO_2	45,80		45,72		46,15		43,98	
TiO_2	—		0,42		—		0,01	
Al_2O_3	39,55		39,82		38,93		38,46	
Fe_2O_3	0,57		0,10		—		—	
FeO	0,18		—		—		0,03	
MgO	0,14		—		0,36		—	
CaO	0,41		—		0,27		0,32	
Na_2O	—		0,16		—		0,14	
K_2O	0,03		0,36		—		0,48	
H_2O^+	13,92		13,67		14,19		14,59	
H_2O^-	0,17		0,55		—		2,58	
P_2O_5	—		—		—		—	
Total	100,77		100,80		99,90		100,59	
Numărul ionilor în baza 18 (O, OH)								
Si	3,94		3,95		3,99		3,85	
Al	4,01	4,08	4,05	4,09	3,97	4,02	3,99	3,98
Ti	—		0,03		—		0,01	
Fe^{3+}	0,04		0,01		—		—	
Fe^{2+}	0,01		—		—		—	
Mg	0,02		—		0,05		—	
Ca	0,04		—		0,03		0,03	
Na	—		0,03		—		0,03	
K	0,00		0,04		—		0,05	
OH	7,98		7,97		8,00		8,52	

1 — Caolinit (hipogen) în filon hidrotermal de Cu-Pb-Zn; mina Mikawo, Niigata — Japonia (N a g a s a w a, 1953); 2 — Caolinit; Lewistown — Montana (conține 2,66% impurități) (K e r r și col., 1950); 3 — Dickit, filonaș de alterare în porfirit; Shokozan — Japonia (Y o s h i k i, 1934); 4 — Haloysit; Eureka — Utah (K e r r și col., 1950).

punct de vedere chimic rămîn incluse în masa argiloasă care se formează. Deseori, masele de caolinit formate în acest fel sînt erodate și se redepun departe de locul lor de formare în bazine liniștite sub formă de strate de sedimente. Fenomene de caolinizare se produc și în cadrul proceselor hidrotermale de temperatură joasă; acest proces duce la obținerea pseudomorfozelor de caolinit după diversele minerale supuse fenomenului de transformare, păstrîndu-se de regulă habitusul mineralului inițial. Mineralele argiloase supuse unui metamorfism regional la temperaturi înalte sînt transformate în șisturi argiloase compacte (argilite și filite). La temperaturi de peste 300°C caolinitul se transformă și în prezența alcaliilor în sericit, mice, feldspați, iar în absența acestora, în silicați de aluminiu ca andaluzit, silimanit, disten, granați etc., minerale constituente ale șisturilor cristaline.

Ocurență. Caolinitul apare în zone de metamorfism hidrotermal prin argilizarea feldspaților, a feldspatoizilor și a altor silicați din corpurile eruptive sau din rocile străbătute de acestea; asemenea zone sînt semnalate în legătură cu magmatismul ofiolitic mezozoic (M. Metaliferi), cu magmatismul banatitic din Banat (Moldova Nouă, Sasca Montană, Ciclova Română, Oravița, Dognecea, Masivul Poiana Ruscă) și din Masivul Bihor (Băița—Bihor, Budureasa), în legătură cu magmatismul neogen în M. Gutîi (Cavnic), M. Rodnei, M. Călimani, Gurghiu, Harghita, M. Metaliferi (Săcărîmb, Crăciunești, Ruda—Barza, Zlatna, Roșia Montană).

Alt mod de apariție a caolinitului este acela de component al unor argile primare (reziduale) pe roci vechi granitice (Moldova Nouă), pegmatite porfirice (Măcin, Camena) și secundare (sedimentare) interstratificate, în seriile sedimentare ca în apțianul Dobrogei de Sud (Cuza Vodă), în argilele bentonitice (Simeria).

În U.R.S.S. caolinitul se întîlnește la Gluhoveț, Turbov și Raicov, Belaia—Balca și Ceasov—Iarsc—Volgograd; în Urali — Sverdlovsk și Celiabinsk etc. Caolin primar se găsește sub formă de acumulări importante în Marea Britanie în Cornwall și Devonshire, în R. S. Cehoslovacă la Karlovy-Vari, în R. F. Germania în Bavaria și în R. D. Germană în Saxonia, în Franța lîngă Limoges și în R. P. Chineză la Cau-Ling, lîngă Ian-Cean-Fu.



DICKIT $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, m.

În structura sa cristalină se întîlnesc aceleași straturi continui cu structură hexagonală inelară, dar spre deosebire de caolinit fiecare strat situat deasupra are o orientare puțin schimbată.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,15$; $b_0=8,95$; $c_0=14,42$ Å; $\alpha=90°$; $\beta=96°80'$; $\gamma=90°$. Z=2.

Habitus: deseori cristale mici, lamelare, transparente, cu habitus hexagonal, cu diametrul de cîțiva mm. Proprietatea de a forma cristale mai bine dezvoltate se explică prin poziția mai simetrică a ionilor de OH^- față de ionii de O^{2-} în rețeaua sa în comparație cu simetria ionilor corespunzători din structura caolinitului. *Clivaj*: (001) perfect. $H=2^1/_2-3$. $G=2,589$. *Culoare*: în mase pulverulente este alb cu o nuanță brun-gălbuie. *Luciu*: sidefos.

Proprietăți optice. Indicele de refracție mediu: 1,560—1,570. $2V\gamma=68-80°$.

Ocurență. Apare de obicei ca mineral hidrotermal caracteristic temperaturilor joase.

În România este întîlnit în zăcămintele legate de magmatismul neogen (Șuior, Cavnic, Băița—Nistru) și în caolinele de la Parva.



NACRIT $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, m.

Structura cristalină a nacritului se deosebește de cea a caolinitului printr-o mică decalare a pachetelor vecine unul față de celălalt.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,15$; $b_0=8,95$; $c_0=43,00$ Å; $\alpha=90°$; $\beta=90°$; $\gamma=90°$. Z=6.

Habitus: cristalele lamelare mai mari (5 mm diametru) au habitus hexagonal; deseori mase lamelare radiare și mase compacte sau fin-solzoase. *Clivaj*: (001) perfect. $H=2^1/_2-3$. $G \sim 2,5$. *Culoare*: alb cu nuanță gălbuie. *Urmă*: albă. *Luciu*: sidefos.

Proprietăți optice. $\alpha=1,557$, $\beta=1,562$, $\gamma=1,563$, $\Delta=0,006$. $2V_{\alpha(\gamma)}=40-90°$.

Ocurență. Este un mineral atît endogen cît și exogen, caracteristic mediilor acide.

În România apare în legătură cu magmatismul banatitic (Idioara) și cu cel neogen (Stănija, Roșia Montană). Mai apare în argilele liasice refractare de la Șuncuiuș, în M. Metaliferi.

Se mai întîlnește în R.D. Germană în Saxonia și în S.U.A. (Colorado) la San Peters Dom.



ANAUXIT $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Habitus: cristale vermiculare. *Clivaj*: (001) perfect. *Luciu*: sidefos. $H=2-2^1/_2$. $G=2,52$.

Proprietăți optice. $\alpha=1,559$, $\beta=1,564$, $\gamma=1,565$, $\Delta=0,007$, $\alpha \wedge c=2°$. $2V\alpha=0-42°$.

Ocurență. Mineral exogen format de regulă prin transformarea biotitului.

B. Grupa halloysitului

Varietățile minerale care se încadrează în această grupă (halloysit, metahalloysit) au proprietăți fizice comune și se aseamănă în ceea ce privește condițiile lor de formare (exogene) și formele lor de prezentare (geluri). O particularitate caracteristică acestor minerale, care le deosebește de cele prezentate în grupa caolinitului este că în compoziția lor se găsește o cantitate de H_2O reținută slab în rețeaua cristalină. Se pot deshidrata, dar după deshidratare, chiar parțială, nu mai are loc o nouă absorbție de apă. Masele uscate au o duritate relativ mai mare și spărtură concoidală, iar suprafața de spărtură se poate zgîriia cu unghia.



HALLOYSIT $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 4H_2O$

Structura cristalină a halloysitului se deosebește de cea a caolinitului deși compoziția chimică este în mare similară (conține în plus 4 H_2O). Stratul hidrargilitic se leagă la fel ca în structura caolinitului, stratul tetraedric însă are tetraedri îndreptați alternativ în jos și în sus. La tetraedrii îndreptați în sus locurile ionilor de oxigen activi se pare că sînt ocupate prin OH^- mai puțin activi. Această situație explică și faptul că în rețea pot fi reținute molecule de H_2O legate slab de stratul octaedric-hidrargilitic.

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,2$; $b_0=8,9$; $c_0=10,2$ Å. d(001)$=7,2-10$ Å. $Z=1$, $\alpha=91°8'$, $\beta=83°$, $\gamma=90°$.

Habitus: cristale submicroscopice investigate cu ajutorul microscopului electronic; au forma unor bastonașe, spre deosebire de cristalele de caolinit,

lamelare. *Clivaj*: (001) perfect. $H=1-2$. $G=2,0-2,2$ (variază în raport cu numărul moleculelor de apă). *Culoare*: alb, deseori colorat în diverse nuanțe, gălbui, brun, roșietic, albăstrui, verzui etc. *Luciu*: la varietățile porțelanoase este de ceară, iar la varietățile poroase și afînate este mat.

Proprietăți optice. $n=1,49 \rightarrow 1,532$ (pentru varietățile cu $4\,H_2O$). La varietatea metahalloysit cristalizat cu $2\,H_2O$, $n=1,55$. Aparent izotropic.

Chimism. Analizele chimice ale unor halloysite din România sînt reproduse în tabelul 251.

Tabelul 251

Analize chimice la halloysit (R. S. România)

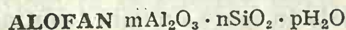
	Cavnic	Valea Ravas		Tufari
SiO_2	40,64	44,10	49,85	41,60
Al_2O_3	35,58	38,20	32,64	36,21
Fe_2O_3	0,08	0,05	1,45	0,10
MgO	0,44	—	urme	—
CaO	0,73	—	0,10	0,25
H_2O	7,60	2,39	nd	6,00
H_2O^+	14,45	15,50	nd	16,15
Total	99,52	100,24	—	100,31

Ocurență. Se întîlnește mai ales în pătura de alterare a rocilor (gabbrouri, diabaze, porfirite etc.), precum și în zonele de alterare ale unor zăcăminte metalifere.

În România apare ca mineral format prin procese hidrotermale legate de magmatismul neogen (Săsar, Cavnic) sau în roci sedimentare neogene (Valea Chioarului, Tufari).

A fost determinat pentru prima oară în Belgia în regiunea vechilor mine de fier și zinc situate în calcarele de la Angler, lîngă Liège. În U.R.S.S. apare în Uralul de Sud și la Krivoi—Rog la contactul dintre calcare și argile brune.

C. Minerale argiloase amorfe



ALOFAN $mAl_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot pH_2O$

Mineralele din această grupă nu reprezintă compuși chimici ci sînt pseudosoluții solide tipice. Compoziția lor variază foarte mult: Fe_2O_3, MgO, CaO, K_2O, Na_2O, CuO, ZnO, CO_2, P_2O_5, SO_3; apar deseori sub formă de componenți minori.

Habitus: mase sticloase tipice cu spărtură concoidală, sub formă de cruste cu suprafața uniformă; stalactitic; foarte rar în mase albe, pulverulente. *Culoare*: de cele mai multe ori albastru-deschis, galben-verzui, mai rar verde-închis-brun, deseori incolor. *Luciu*: sticlos, gras. H aproape 3; foarte casant. $G=1,9$.

Ocurență. Alofanul se formează în mod obișnuit în condiții exogene. Se întîlnește în cavitățile din marne, în acumulările de argile, cărbuni, limonite etc., asociat deseori cu halloysitul. Sub influența apelor bogate în CO_2 se carbonatează. S-au constatat și transformări în halloysit.

În România apare ca mineral supergen în zăcămintele pirometasomatice legate de magmatismul banatitic (la Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Rușchița).

Este citat la Schneeberg în Saxonia (R. D. Germană), la Kent în Anglia și la Richmond — Massachusetts în S.U.A.

2. FILOSILICAȚI CU TREI STRATURI ÎN STRUCTURA CRISTALINĂ

Trei straturi în structura cristalină (strat dioctaedric)

A. Grupa smectitelor

Termenul de „smectite“ a fost utilizat de Mackenzie (1957) pentru a delimita ansamblul mineralelor cuprinse în „grupa montmorillonitului“: montmorillonit, beidelit, nontronit (dioctaedrice) și saponit, hectorit sauconit (trioctaedrice). Smectitele au structură comună și proprietăți chimice și fizice asemănătoare.

Structura mineralelor smectitice constă în esență din 2 foițe tetraedrice de siliciu, care cuprind în centru un strat octaedric de aluminiu. Vîrfurile

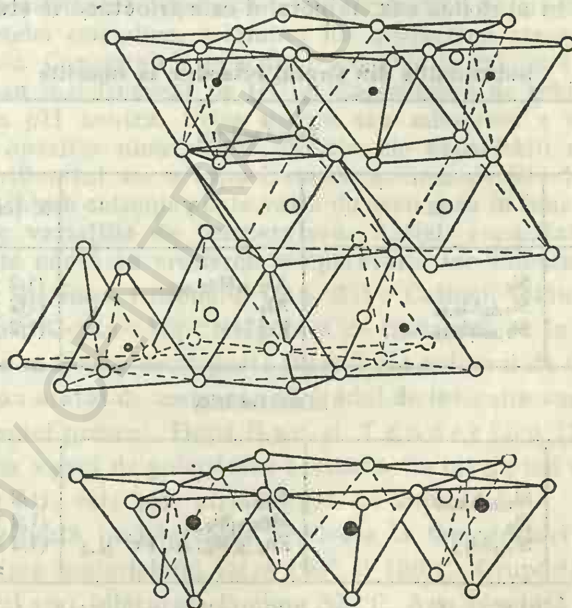


Fig. 193. Diagrama straturilor în structura montmorillonitului (după Hofmann, Eudel și Wilm, Marshall și Hendricks): cerculețele hașurate = Al, Fe, Mg; cerculețele înnegrite = Si uneori Al.

tetraedrilor de siliciu sînt îndreptate în aceeași direcție și către centrul unității. Foițele tetraedrice și octaedrice sînt combinate în așa fel încît vîrfurile fiecăruia din tetraedrii foiței octaedrice formează un strat comun. În locul hidroxizilor, atomii comuni pentru amîndouă straturile tetraedrice și octaedrice sînt oxigenii. Straturile sînt continue în direcțiile „a" și „b" și suprapuse în direcția axei „c." În această suprapunere a straturilor de siliciu-aluminiu-siliciu, oxigenii straturilor fiecărei unități sînt adiacenți oxigenilor straturilor unităților învecinate. Acest lucru are ca urmare o foarte slabă legătură între pachete și un foarte bun clivaj. O remarcabilă trăsătură a structurii smectitelor este aceea că, apa și moleculele polare, cum sînt unele molecule organice, pot intra între straturile unității și determina expandarea rețelei în direcția axei „c". Variația grosimii unității variază de la 9,6 pînă la 23 Å, cînd putem asista uneori la separarea foițelor. Cationii schimbabili apar între straturile mineralului. În condiții obișnuite montmorillonitul de Na (cation de schimb) are un strat molecular de apă, iar axa „c" atinge valoarea 12,5 Å. Cînd cationul de schimb este Ca, există două straturi de apă și axa „c" atinge valoarea 15,5 Å. Expandarea rețelei montmorillonitului este reversibilă. Montmorillonitele deseori arată chimism diferit de formula teoretică și aceasta s-ar datori substituirii în coordonare tetraedrică a ionilor de Si^{4+} prin aluminiu sau fosfor (Marshall și Hendricks, 1963). În stratul octaedric numai 2/3 din pozițiile posibile sînt ocupate cu cationi de Al^{3+}. Substituirile cationilor de Al^{3+} prin cationi de Mg^{2+} se pot face unul la unul. În cazul cînd doi cationi de Al sînt înlocuiți prin trei cationi de Mg toate pozițiile din stratul octaedric sînt ocupate. Substituirile din stratul octaedric pot fi făcute de la cîteva poziții pînă la completa ocupare a tuturor pozițiilor. În primul caz, mineralul este dioctaedric, iar în al doilea caz, mineralul este trioctaedric (tab. 252).

Tabelul 252

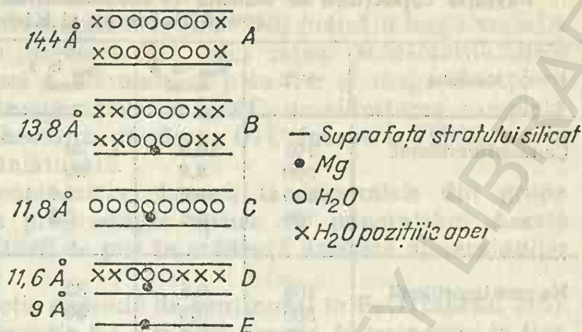
Substituțiile din stratul octaedric la smectite

	Dioctaedrice		
	Z	Y	X (cationi schimbabili)
Montmorillonit	Si_8	$Al_{3,34}Mg_{0,66}$	$(1/2\ Ca, Na)_{0,66}$
Beidelit	$Si_{7,34}Al_{0,66}$	Al_4	$(1/2\ Ca, Na)_{0,66}$
Nontronit	$Si_{7,34}Al_{0,66}$	Fe^{3+}_4	$(1/2\ Ca, Na)_{0,66}$
	Trioctaedrice		
Saponit	$Si_{7,34}Al_{0,66}$	Mg_6	$(1/2\ Ca, Na)_{0,66}$
Hectorit	Si_8	$Mg_{5,34}Si_{0,66}$	$(1/2\ Ca, Na)_{0,66}$
Sauconit	$Si_{6,7}Al_{1,3}$	$Zn_{4-5}(Mg, Al, Fe^{3+})_{2-1}$	$(1/2\ Ca, Na)_{0,66}$

Numeroase analize ale montmorillonitului au arătat că substituirile în interiorul stratului octaedric conduc la apariția unor termeni dificil de încadrat ca tipic dioctaedrice sau tipic trioctaedrice, imprimîndu-le o structură neregulată. Înlocuirea în rețelele mineralelor a aluminiului prin magneziu,

Fig. 194. Diagrama regiunii interstraturi cu Mg şi variaţia în procesul de deshidratare (după Walker şi Cole, 1957):

A — normal Mg — vermiculit 12 pînă la 16 molecule de H_2O; *B* — reorganizarea dublului strat ocupînd 8—12 molecule H_2O; *C* — înlocuirea celor două straturi printr-un strat de molecule de H_2O; *D* — înlăturarea pînă la 3 molecule de H_2O în jurul cationului; *E* — înlăturarea totală a H_2O interstraturi.



a siliciului prin aluminiu provoacă un dezechilibru al reţelei cristaline. Din înlocuirea 2 $Al^{3+} \rightleftarrows 3 Mg^{2+}$ se obţine *saponitul*. Prin înlocuirea aluminiului cu fier se obţine *nontronitul*. Prin înlocuirea aluminiului cu crom rezultă *volkonskoitul*, iar prin înlocuirea aluminiului cu zinc rezultă *sauconitul*. Dezechilibrul reţelei cristaline poate fi compensat în parte prin substituirea unui ion din alte foiţe, ca de exemplu: Si^{4+} prin Al^{3+}; compensarea se realizează prin apariţia unor ioni de Al^{3+} în stratul octaedric.

O atenţie deosebită a fost acordată de numeroşi cercetători proprietăţii smectitelor de a adsorbi unii anioni şi cationi care sînt reţinuţi în stare de schimb şi care pot fi înlocuiţi ulterior cu alţi ioni din soluţie. După cum s-a arătat, ionii de schimb sînt dispuşi pe feţele straturilor, pe muchii şi pe colţuri, la exteriorul reţelei cristaline, schimbul lor neafectînd structura reţelei de siliciu şi aluminiu. Capacitatea de schimb cationic se măsoară în miliechivalenţi pe gram sau mai frecvent pe 100 g. Capacitatea de schimb cationic se determină la un *p*H neutru. Orice mărire sau micşorare a valorii *p*H-ului are ca valoare apariţia unor valori diferite ale capacităţii de schimb. La *p*H=7 montmorillonitul are o capacitate de schimb de 80—150 meq/100 g. Capacitatea de schimb cationic poate varia de asemenea în funcţie de mărimea cationului şi de variaţiile de temperatură. Astfel, capacitatea de schimb cationic descreşte odată cu creşterea temperaturii, iar valoarea creşterii este condiţionată de mărimea cationului (tab. 253). Cationii schimbabili se înlocuiesc astfel: $Na < K < Ca < Mg < NH_4$, ceea ce înseamnă că în general Ca va putea înlocui Na mai uşor decît poate înlocui Na cationul de Ca.

Cercetările au arătat de asemenea că gradul de înlocuire variază în funcţie de natura anionului prezent. După Bar şi Tenderloo (1965) înlocuirea ionilor este strîns legată de polaritatea acestora. Cu cît un ion are o polaritate mai ridicată cu atît este mai strîns legat de suprafaţă.

Apa este reţinută în mineralele argiloase la temperaturi joase şi ea se pierde la încălzirea materialului între 100° şi 150°C. Grupările OH^- din reţeaua mineralului sînt înlăturate la circa 300°C. Apa pierdută la temperaturi joase este dispusă în pori, pe suprafeţe şi în jurul muchiilor.

Montmorillonitul conţine apă între pachetele unităţii celulare. La temperaturi în jur de 100°C, montmorillonitul pierde total apa dintre pachete. Dacă

Variația capacității de schimb la montmorillonit în raport cu temperatura (după Hofmann și Klemen)

Mineralul	T °C	d_{001} în Å uscat	d_{001} în Å umed	H_2O extrasă la 35% H_2SO_4	Capacitatea de schimb meq/100 g
Ca-montmorillonit	105	10,2	20	33	93
	300	9,8	20	26	41
	490	9,6	9,6	5,7	6,1
	700	9,6	9,6	4,7	2,6
Na-montmorillonit	105	9,8	30	24	95
	300	9,8	30	22	90
	490	9,6	9,6	10	39
	700	9,6	9,6	1,5	3,4
Li-montmorillonit	20	10,2	30	14,7	98
	105	10,5	30	12,5	56

deshidratarea este completă rehidratarea este dificilă; dacă între poliedrele anionice au rămas urme de apă, rehidratarea se poate produce ușor. B a r s h a d a arătat că la o stare de hidratare scăzută a montmorillonitului, moleculele de apă tind spre formarea de inele hexagonale similare cu oxigenii de pe planurile bazale ale inelelor tetraedrilor de siliciu. Grosimea apei adsorbite depinde de natura cinetică a moleculelor de apă. După H o n w i n k (1968) la 25 Å

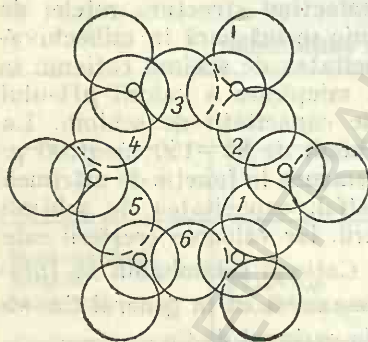


Fig. 195. Aranjamentul moleculelor de apă între pachetele de montmorillonit și vermiculit.

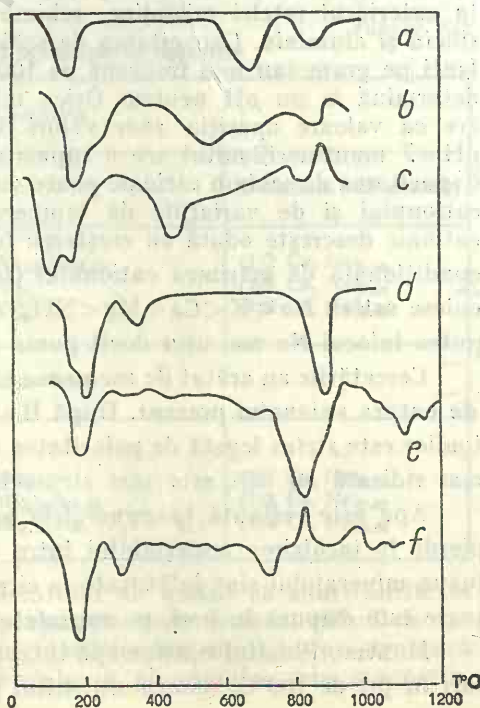


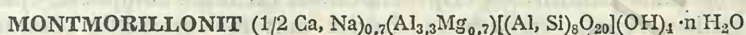
Fig. 196. Curbe DTA pentru grupa smectitelor:
a — montmorillonit; *b* — beidelit; *c* — nontronit; *d* — saponit; *e* — hectorit; *f* — sauconit.

grosimea apei este echivalentă cu 10 straturi moleculare de apă, iar Matson (1969) a calculat că ea corespunde la circa 16 straturi de apă.

Curbele termodiferențiale ale smectitelor (fig. 196) indică o largă variație a temperaturii necesare pentru pierderea OH^- din rețea. Montmorillonitele normale, cu o substituție redusă a aluminiului prin fier și magneziu, pierd rapid OH^-, cu începere de la temperatura de 500°C, deshidratarea completă realizîndu-se la 800°C. Pentru hectorit, pierderea OH^- începe la 700°C, iar la 930°C ea nu este încă total înlăturată.

Schimbările produse în compoziția chimică la mineralele din grupa smectite produc modificări în proprietățile optice ale mineralelor. Aceste schimbări sînt însă destul de dificil de pus în evidență datorită dimensiunilor submicroscopice ale cristalelor.

Valoarea indicilor de refracție depinde de conținutul în FeO (tabelul 313). În figura 410 este prezentată variația lui γ și α în funcție de proporția în fier.



MONTMORILLONIT $(1/2\,Ca, Na)_{0,7}(Al_{3,3}Mg_{0,7})[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n\,H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relația axială: a : b : c=0,575 : 1 : 1,700.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,23; b_0=9,06; c_0=15—15,5Å; așezare dezordonată d_{001}=variabil.

Habitus: frecvent mase pămîntoase; cristalele nu se disting decît la microscopul electronic. *H*=1—2. *G*=2,0—2,7 (descrește odată cu creșterea moleculelor de apă). *Culoare*: alb cu nuanță cenușie, uneori albăstrui, roz, roz-roșu, uneori verde. *Urmă*: albă. *Luciu*: mat pentru mineralul uscat. *Clivaj*: (001) perfect.

Proprietăți optice. Variații în funcție de compoziția chimică. α=1,480—1,610, β=1,500—1,640, γ=1,500—1,640, Δ=0,01—0,04, $2V\alpha$ =în general mic.

Ocurență. Montmorillonitul se formează aproape exclusiv în condiții exogene mai ales prin alterarea rocilor eruptive bazice, într-un mediu alcalin. Smectitele sînt constituenții principali ai argilelor bentonitice și sînt de regulă produși ai descompunerii cenușilor vulcanice, depuse mai ales în bazinele marine. Montmorillonitul este foarte dezvoltat în zona de alterare a rocilor bazice: diabaze, bazalte, gabbrouri, peridotite etc. Se formează și în soluri pe seama granitelor și dioritelor. Se cunosc acumulări de montmorillonit în cernoziomurile levigate, în cele humice mijlocii și în solurile castanii care se formează pe rocile granitice. Formîndu-se în condiții de suprafață, montmorillonitul este un mineral relativ stabil. În regiunile deșertice, concentrațiile de montmorillonit se transformă la suprafață într-un material pulverulent fin, care este transportat de vînturi. În felul acesta se formează depozitele de loess, care conțin deseori în cantități apreciabile beidelit și montmorillonit.

În România este prezent ca produs al metamorfismului hidrotermal în corpuri magmatice, în alcătuirea unor argile oligomictice sau monominerale și în alcătuirea multor tipuri de soluri, la: Răzoare (varietatea calcică), Slănic, Pîrvova, Rugi, Simeria, Cîmpia Turzii, Bratca, Valea Chioarului (varietatea sodică), Oarda, Ciugud.

În U.R.S.S. se găsește la Gumbri și Ascamo — R. S. S. Georgiană; Sevastopol — Crimeea; în S.U.A. în statele Florida, Georgia, Alabama, California etc.

BEIDELIT $(1/2\ Ca, Na)_{0,7}Al_4[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n\ H_2O$

Habitus: foițe subțiri; mase pămîntoase. *Culoare*: alb, nuanță galbenă, brun-roșiatic. $H=1^1/_2$. $G=2{,}6$. *Clivaj*: (001) bun.

Ocurență. Este asociat montmorillonitului în argilele bentonitice. Apare în pătura de alterare a rocilor bazice și ultrabazice, în zonele de oxidare a unora dintre zăcămintele metalifere de Sb—Mn, în loessuri, în soluri ca produs de transformare a cenușilor vulcanice.

În România apare la Ocna Mureș și în soluri. Este citat în S.U.A. la Carson (Idaho) și la Beidel (Colorado).

NONTRONIT $(1/2\ Ca, Na)_{0,7}Fe^{3+}_4[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n\ H_2O$

Varietate de montmorillonit bogată în Fe_2O_3; sinonim: *ferimontmorillonit*.

Habitus: mase pămîntoase criptocristaline, rar mase compacte, opaliforme. *Culoare*: galben-verzui, verde-brun. *Luciu*: mat la varietățile afînate, ceros la cele compacte. $H=2-2^1/_2$. $G=2{,}3$. *Clivaj*: se observă numai la varietățile solzoase, la microscop.

Ocurență. Apare ca rezultat al alterației exogene a rocilor bogate în fier și magneziu și într-o serie de zăcăminte metalifere în special de Fe și Cu.

În România este citat la Sasca Montană, Oravița, Ocna de Fier și Tincova. În alte țări, la Gasfield și Colfax, statul Washington — S.U.A.

Grupul filosilicaților cu straturi brucitice

1. FILOSILICAȚI CU DOUĂ STRATURI ÎN STRUCTURA CRISTALINĂ

Două straturi în structura cristalină (strat trioctaedric)

A. Grupa serpentinei

ANTIGORIT $Mg_6[Si_2O_5]_2(OH)_4$

LIZARDIT $Mg_6[Si_2O_5]_2(OH)_4$

CRISOTIL $Mg_6[Si_2O_5]_2(OH)_4$

Mineralele cunoscute sub numele de serpentine sînt silicați de magneziu avînd ca termeni principali *antigoritul* și *crisotilul*. Structura antigoritului este asemănătoare caolinitului, în timp ce structura crisotilului este analoagă halloysitului. Proprietățile fizice ale antigoritului și crisotilului sînt similare, deosebirea fundamentală constînd în faptul că antigoritul este lamelar, iar crisotilul este fibros (serpentină asbestiformă→crisotil). Cea de a treia formă denumită *lizardit* are de asemenea aceeași înfățișare.

Varietatea aparent amorfă dar cu structură cristalină asemănătoare serpentinelor se numește *deweylit*, sinonim *gimnit*.

Sistemul de cristalizare: monoclinic (antigoritul prezintă și modificația polimorfă hexagonală, iar crisotilul și modificația polimorfă rombică).

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 \simeq 5{,}3$; $b_0 = 9{,}2$; $c_0 = 7{,}3$ Å. $Z = 2$ (crisotil) și $Z = 1$ (antigorit). $\beta = 90 - 93°$.

Habitus: mase compacte, vinișoare foarte subțiri de asbest; structura lamelară a antigoritului se remarcă rar cu ochiul liber. *Clivaj*: nu se observă; (001) perfect. *Luciu*: sticlos, gras,

Proprietățile fizice macroscopice sînt prezentate comparativ pentru crisotil, lizardit și antigorit în tabelul 254, iar proprietățile optice microscopice în tabelul 321.

Tabelul 254

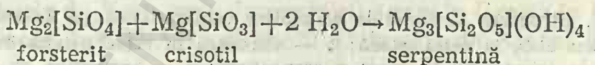
Proprietăți macroscopice

Proprietăți	Crisotil	Lizardit	Antigorit
H	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}-3\frac{1}{2}$
G	~2,55	~2,55	2,6
Clivaj	fibros (‖100)	(001) perfect	(001) perfect
Culoare	galben, alb, cenușiu, verde-pal în secțiuni subțiri	verde, alb, verde-pal în secțiuni subțiri	verde, verde-albăstrui, alb, verde-pal în secțiuni subțiri

Chimism și structură. Structura antigoritului cu plan de proiecție (010) (fig. 197) indică o analogie cu structura caolinitului. Varietățile fibroase arată existența modificațiilor clino- și orto-crisotil ($\beta = 93°$ și $\beta = 90°$), la care deosebim dimensiuni diferite pentru celula elementară.

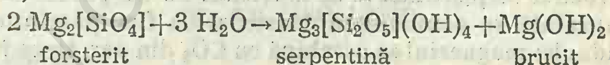
Chimismul serpentinelor este relativ simplu. Principalele substituiri sînt Si prin Al și Mg prin Fe^{2+}, Al, Fe^{3+}. Nichelul intră în compoziția serpentinelor în pozițiile specifice magneziului, conținutul în nichel putînd atinge 0,25%. Alte elemente minore determinate sînt elementele platinice care substituie Al, Ge, care înlocuiesc siliciul și cromul.

Geneză și ocurență. Se formează prin metamorfozarea hidrotermală a rocilor ultrabazice, mai ales a acelora care conțin olivină (dunite, peridotite etc.). Studiile experimentale efectuate asupra sistemului $MgO-SiO_2-H_2O$ (B o w e n, T u t t l e, 1949) au evidențiat formarea serpentinei la 500°C prin reacția:



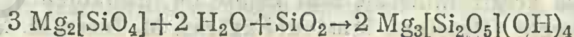
$$\underset{\text{forsterit}}{Mg_2[SiO_4]} + \underset{\text{crisotil}}{Mg[SiO_3]} + 2\,H_2O \rightarrow \underset{\text{serpentină}}{Mg_3[Si_2O_5](OH)_4}$$

La 400° serpentina se formează din forsterit, asupra căruia acționează apa după reacția:



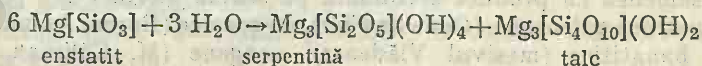
$$2\,\underset{\text{forsterit}}{Mg_2[SiO_4]} + 3\,H_2O \rightarrow \underset{\text{serpentină}}{Mg_3[Si_2O_5](OH)_4} + \underset{\text{brucit}}{Mg(OH)_2}$$

Serpentinizarea olivinei se realizează și sub acțiunea soluțiilor apoase bogate în SiO_2:



$$3\,Mg_2[SiO_4] + 2\,H_2O + SiO_2 \rightarrow 2\,Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$$

Fenomenul de serpentinizare se produce și prin reacția apei asupra enstatitului, cînd se obține asociația serpentină–talc.



$$6\,\underset{\text{enstatit}}{Mg[SiO_3]} + 3\,H_2O \rightarrow \underset{\text{serpentină}}{Mg_3[Si_2O_5](OH)_4} + \underset{\text{talc}}{Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2}$$

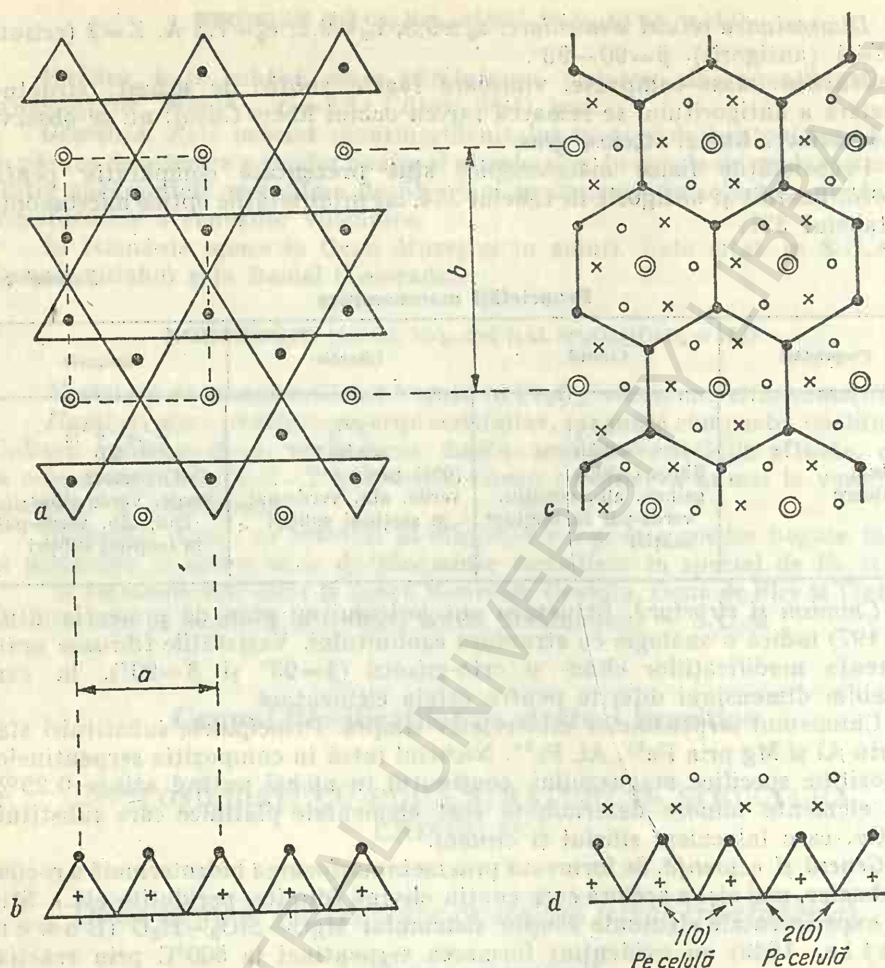


Fig. 197. Structura stratului la serpentine (antigorit) (după Zussman 1954): *a* — tetraedru Si_2O_5 în rețea plană; *b* — tetraedru în rețea privită după alungirea axei „b"; *c* — trioctaedru în rețea a serpentinei; *d* — serpentină cu stratul privit în alungirea axei „b".

Alterarea rocilor serpentinizate se corelează cu un proces de carbonatare treptată: la suprafață se acumulează hidroxizi de fier pămîntoși sub formă de produse reziduale; magneziul se combină cu CO_2 din aer, trece în bicarbonat, care este antrenat spre zonele inferioare ale zonei de oxidare, iar silicea se separă ca opal.

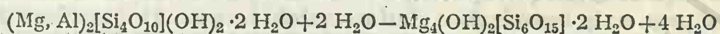
În România aceste minerale sînt legate de fundamentul cristalin-paleozoic sau mai vechi (Broșteni, Masivul Făgăraș, M. Iezer, M. Sebeș, M. Cibin, M. Paring—Căpățîna, Masivul Retezat, M. Vulcan, M. Mehedinți, M. Almăjului, M. Semenic, Muntele Mic, Masivul Poiana Ruscă, M. Highiș — Drocea). Apar de asemenea ca produse secundare pe seama olivinei sau piroxenilor, în roci magmatice paleozoice (Ocna de Fier), mezozoice (Borca, Anina, Almășel, Remetea), banatitice (masivul Vlădeasa), neogene (M. Căliman, Ditrău),

iar în legătură cu zăcămintele de contact din provincia laramică la Ocna de Fier, Dognecea, Sasca Montană, Ruşchiţa, Pietroasa, Budureasa. Deweylitul a fost descris în M. Almăjului.

În U.R.S.S. apar în masive serpentinitice în regiunea Ural, în Caucazul de Nord, în Transcaucazia, Siberia şi Kazahstan. În R. S. F. Iugoslavia se găsesc în Serbia Orientală şi în Macedonia, apoi în Turcia, în Anglia în Cornwall şi în Canada la Danville.

B. Grupa palygorskit-sepiolit

PALYGORSKIT-SEPIOLIT



$(Mg, Al)_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot 2\,H_2O + 2\,H_2O - Mg_4(OH)_2[Si_6O_{15}] \cdot 2\,H_2O + 4\,H_2O$

Compoziţia mineralelor este variabilă, magneziul putînd fi substituit prin aluminiu. Se remarcă variaţii mari ale raportului dintre Mg şi Al, existînd situaţii în care Mg predomină asupra Al, precum şi variaţii în care acest raport este inversat. Varietăţile la care raportul Al : Mg este 1 : 1 sînt numite *palygorskite*; cele bogate în magneziu cu o compoziţie apropiată de a sepiolitului se numesc *pilolite*. Aluminiul la rîndul lui poate fi înlocuit prin Fe^{3+} în varietatea *feripalygorskit* (*gunnbjarnit*). Pentru aceste varietăţi sînt caracteristice structurile fibroase neorientate. Datorită porozităţii mari, aceste minerale au o greutate volumetrică foarte mică şi plutesc uşor pe apă.

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,2$; $b_0=2,9$; $c_0=13,4$ Å. $Z=2$ (termenii cu < Al); $a_0=5,28$; $b_0=26,8$; $c_0=13,4$. $Z=2$ (termenii cu < Mg).

$H=2-2^1/_2$. $G=2,1-2,3$. *Culoare*: alb, uneori cu o nuanţă gălbuie, sau cenuşiu cu o nuanţă gălbuie sau brună.

Proprietăţi optice. Indice de refracţie mediu: 1,55.

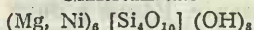
Ocurenţă. De cele mai multe ori termenii grupei se formează prin alterarea rocilor relativ bogate în magneziu. În stare uscată absorb multă apă. Prin încălzire pierd apa treptat.

În România sepiolitul apare la Moldova Nouă (Vărad) şi Sasca Montană, iar palygorskitul la Ocna de Fier.

În alte ţări sepiolitul se găseşte în U.R.S.S. în regiunea Volgăi mijlocii, în regiunea Gorki, în R. S. S. A. Tătară, în Ucraina, în Crimeea, în Caucazul de Nord şi în Siberia de Vest, iar palygorskitul apare în Grecia în Insula Samos, în Spania la Vallecas, în S.U.A. în districtul Delaware din statul Pennsylvania.

C. Grupa garnieritului

GARNIERIT



$(Mg, Ni)_6\,[Si_4O_{10}]\,(OH)_8$

Sinonim: *noumeit*.

Este considerat un mineral nichelifer. Analizele chimice indică un exces de siliciu, ceea ce dovedeşte prezenţa unui adaus de opal sau a unui alt silicat de nichel hidratat. Garnieritul cu puţin nichel (2–5% NiO) este izotrop sau aproape izotrop.

Habitus: mase criptocristaline; foarte rar stalactitic. *Culoare*: verde-albăstrui, mai rar verde ca iarba. *Luciu*: de obicei mat, uneori de ceară sau gras. $H=2-2^1/_2$. $G=2,3-2,8$.

Proprietăţi optice. $\alpha=1,622$, $\gamma=1,630$, $\Delta=0,008-0,010$. $2V\gamma=0°-10°$. Variază cu compoziţia.

Ocurență. Se formează prin procese de alterare a rocilor ultrabazice (dunite, peridotite, serpentinite), în condițiile unei clime tropicale sau subtropicale. În zona de alterare a serpentinitelor se întîlnește în orizonturi superioare celor cu silicați de magneziu hidratați, săraci în nichel. După cît se pare se formează în medii slab alcaline sau neutre.

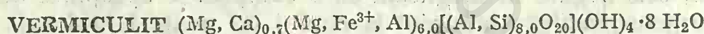
În România se întîlnește în serpentinitele cromifere paleozoice din valea Dunării de la Tișovița și Orșova.

În U.R.S.S. este citat în zăcămintele din regiunea Ufa, în S.U.A. în statul Oregon, apoi în Burundi, în Madagascar, Brazilia, Filipine, în Insula Noua Caledonie lîngă Noumea și în Insula Sulawesi.

2. FILOSILICAȚI CU TREI STRATURI ÎN STRUCTURA CRISTALINĂ

Trei straturi în structura cristalină (cu strat trioctaedric)

A. Grupa vermiculitului


VERMICULIT $(Mg, Ca)_{0,7}(Mg, Fe^{3+}, Al)_{6,0}[(Al, Si)_{8,0}O_{20}](OH)_4 \cdot 8\,H_2O$

Prezența în structură a stratului trioctaedric face ca acest mineral să fie descris separat de grupa smectitelor.

Sinonime: *jefferisit, kerit, valit.*

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relația axială: a : b : c=0,58 : 1 : 3,14. β=97°.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 \simeq 5{,}33$, $b_0 \simeq 9{,}18$, $c_0 \simeq 28{,}90$ Å. Z=2.

Habitus: de regulă apare sub formă de pseudomorfoze după biotit sau flogopit ferifer. *Clivaj:* (001) perfect. $H=1^1/_2$; foițele sînt puțin elastice. $G=2{,}3$. *Culoare:* brun, galben-brun, galben-auriu, galben de bronz, uneori verzui caracteristic. *Urmă:* albă. *Luciu:* sidefos, semimetalic, uneori gras.

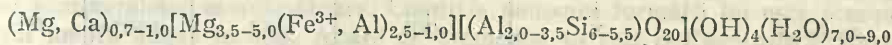
Proprietăți optice. $\alpha=1{,}525-1{,}564$, $\beta=1{,}545-1{,}583$, $\gamma=1{,}545-1{,}583$, $\Delta=0{,}020-0{,}030$, $2V\alpha=0°-8°$. $\alpha \wedge c=5°-6°$.

Chimism. Compoziția chimică a vermiculitului derivă de la talc, a cărui formulă se exprimă sub forma $Mg_6[Si_8O_{20}](OH)_4$ și față de care o parte din Si este înlocuită prin Al ceea ce determină prezența cationilor interstratificați. Moleculele de apă se plasează între pachetele anionice. Distanța bazală $d_{(002)}$ la temperatură normală și umiditate relativ ridicată este de 14,4 Å. Prin deshidratare apar succesiv schimbări ale valorilor distanțelor bazale inițiale acestea trecînd la 13,8 Å, apoi la 11,6 Å și în final la 9 Å. Distanța de 13,8 Å, caracteristică primei etape, corespunde deplasării cationilor, moleculele de apă constituind pachete adiacente. Etapa a doua cu $d_{(002)}$ de 11,6 Å corespunde înlocuirii straturilor duble de molecule de apă cu un singur strat de molecule de apă; în această fază prin studiile microscopice s-a remarcat o slabă ordonare. Stadiul final de deshidratare, care se realizează la temperatura de 650°, conduce la $d_{(002)}$ de 9 Å, cînd de fapt se reproduce structura talcului.

Distanța $d_{(002)}$ variază (după B a r s h a d, 1948) în funcție de natura ionilor: Mg (14,33 Å), Ca (15,07 Å), Ba (12,56 Å), Li (12,56 Å), Na (12,56 Å), K (10,42 Å), NH_4 (11,24 Å), Rb (11,24 Å), Cs (11,97 Å).

Cationii schimbabili care se întîlnesc interstraturi pot fi Mg, Ca, Na, K, Rb, Cs, Ba, Li, H și NH_4. În straturile octaedrice Mg poate fi substituit prin Fe^{2+}; sînt de remarcat substituirile apreciabile cu Al și Fe^{3+}, de asemenea cu elemente minore ca Ti, Cr, Ni, Li. Excepțional, sînt cunoscute vermiculite

cu conţinuturi în NiO=8,60%, Fe_2O_3=19,22% şi FeO=5,03, descrise de N i k i t i n a (1956). Ca rezultat al acestor substituiri, formula teoretică a vermiculitului capătă forma:



$$(Mg, Ca)_{0,7-1,0}[Mg_{3,5-5,0}(Fe^{3+}, Al)_{2,5-1,0}][(Al_{2,0-3,5}Si_{6-5,5})O_{20}](OH)_4(H_2O)_{7,0-9,0}$$

Diversele substituiri determină modificări ale proprietăţilor optice şi fizice. Valoarea indicilor de refracţie la diferiţi termeni indică variaţii în funcţie de suma $Fe^{2+}+Fe^{3+}$ ca atomi în unitatea celulară (fig. 413).

O particularitate importantă a vermiculitului este proprietatea de a-şi mări volumul la încălzire. Fenomenul se explică prin presiunea apei moleculare care se transformă în vapori determinînd o desfacere şi o umplere rapidă a straturilor paralele cu axa „c"; acest lucru se produce în aşa măsură încît se formează coloane sau filamente viermiforme, de culoare aurie sau argintie, divizate transversal în solzi foarte fini. Volumul se măreşte de 18 pînă la 25 ori. Masele de vermiculit calcinate sînt uşoare şi plutesc în apă. De aceste proprietăţi este legată însuşirea de bun izolator termic. Coeficientul de conductibilitate termică este 0,04—0,05 kcal/m/oră/°C. Pentru comparaţie valoarea aceluiaşi coeficient este la asbest 0,15—0,40.

Ocurenţă. Se formează în cantităţi reduse prin alterarea biotitului. Concentraţii mai importante se constată în filoanele, lentilele sau corpurile de biotit sau flogopit metamorfozate la temperaturi scăzute care s-au format pe cale metasomatică pe seama rocilor ultrabazice.

Se găseşte în România în formaţiunile cristaline de la Răzoare şi în serpentinitele din Banat.

În S.U.A. apare la Libly (Montana) şi la Macon (Carolina de Nord), apoi în Madagascar şi în Africa de Sud la Palabova.

B. Grupa illitului



ILLIT $K_{1-1,5} \cdot Al_4[(Al_{1-1,5}Si_{7-6,5})O_{20}](OH)_4$

Sinonim: *monotermit.*

Structura illitului este asemănătoare mineralelor micacee; prezintă în structura sa strat dioctaedric. Formula teoretică se poate prezenta sub forma: $K_yAl_4[Al_ySi_{8-y}O_{20}](OH)_4$, pentru y valoarea maximă fiind 2, iar în mod obişnuit 1 pînă la 1,5. Diferenţa faţă de formula muscovitului constă în proporţia în K, Si şi H_2O.

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,20; b_0=9,00; c_0=9,95 Å. Z=1.

H=1—2. *G*=2,6—2,9. *Clivaj*: (001) perfect. *Culoare*: alb sau colorat diferit în tonuri palide.

Proprietăţi optice. α=1,54—1,57, β=1,57—1,61, γ=1,57—1,61, Δ=0,03. $2V\alpha$ =10°, $\alpha \wedge c$=0°—1°.

Chimism. Analizele chimice pentru mineralele din grupa illitului sînt prezentate în tabelul 255 unde sînt redate variaţiile în funcţie de poziţiile structurale. Se remarcă o cantitate mai mică de cationi la mineralele din grupa illitului.

Principala variaţie a compoziţiei illitului în raport cu muscovitul priveşte conţinutul mai redus în K şi $[Al]^4$; în schimb se întîlnesc molecule de apă legate slab şi care se elimină relativ uşor prin încălzire.

Caracterele chimico-structurale ale mineralelor din grupa illitului comparativ cu muscovitul

Mineralul	X	$[Y]^6$	$[Z]^4$	$(OH)^-$	O^{2-}
Muscovit	K_2	Al_4	Al_2Si_6	4	20
Hidromuscovit *a.*	$[K(H_3O)^+]_2$	Al_4	Al_2Si_6	4	20
Hidromuscovit *b.*	K_{2-x}	Al_4	Al_2Si_6	4+x	20−x
Illit	K_{2-x}	Al_4	$Al_{2-x}Si_{6+x}$	4	20
Fengit	K_2	$Al_{4-x}(Mg, Fe^{2+})_x$	$Al_{2-x}Si_{6+x}$	4	20

Tabelul 256

Analize chimice

Oxizi	1	2	3
SiO_2	56,91	49,16	51,22
TiO_2	0,81	—	0,53
Al_2O_3	18,50	30,81	25,91
Fe_2O_3	4,99	—	4,59
FeO	0,26	1,43	1,70
MnO	—	—	—
MgO	2,07	2,22	2,84
CaO	1,59	—	0,16
Na_2O	0,43	0,48	0,17
K_2O	5,10	10,90	6,09
H_2O^+	5,98	4,73	7,14
H_2O^-	2,86	0,15	—
Total	99,50	100,07	100,35

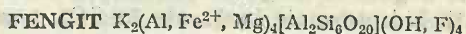
Numărul ionilor în baza 24 (O+OH)

Ion	1	Σ	2	Σ	3	Σ
Si	7,50	8,00	6,54	8,00	6,75	8,00
Al	0,50		1,46		1,25	
Al	2,38		3,37		2,77	
Ti	0,08		—		0,05	
Fe^{3+}	0,50		—		0,45	
Fe^{2+}	0,03	3,62	0,16	3,97	0,20	4,03
Mn	—		—		—	
Mg	0,41		0,44		0,56	
Ca	0,22		—		—	
Na	0,11	0,97	0,12	1,97	0,05	1,83
K	0,86		1,85		1,02	
$(H_3O)^+$	—		—		0,76	
(OH)	5,26		4,20		4,00	

1 — Illit; Tithian — Illinois (K e r r și col., 1950); 2 — Fengit; Amelia — Virginia (S c h a l l e r, 1950); 3 — Material illitic; Pennsylvania, în apropiere de Tithian, Vermilion County — Illinois (G r i m, și col., 1937).

Ocurență. Formarea illitului este pusă în legătură cu fazele de temperatură joasă ale proceselor hidrotermale, de regulă ca rezultat al fenomenelor de alterare ale rocilor eruptive și ale pegmatitelor acestora, pe seama micelor sau a mineralelor asemănătoare. Condiția necesară formării lui este prezența unui mediu bogat în apă. Apare de asemenea în roci sedimentare argiloase.

În România a fost descris ca mineral argilos format în roci sedimentare. În bentonite, alături de montmorillonit și caolinit, apare la Pîrvova — Orșova.



FENGIT $K_2(Al, Fe^{2+}, Mg)_4[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$

Fengitul este considerat o varietate de muscovit, unde raportul Si : Al este 3 : 1, iar în stratele octaedrice apar atomi de Mg și Fe^{2+}.



HIDROMUSCOVIT $K_2Al_4[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n\,H_2O$

Hidromuscovitul conține H_2O și mai puțin K_2O; în structură în pozițiile K sînt prezente molecule $(H_3O)^+$. Uneori este prezent Mg, ocupînd pozițiile octaedrice sub forma: 2 Mg înlocuind K și Al. Formula aproximativă este $(K, H_3O)_2(Al_3Mg)[(Al_2Si_6O_{18}](OH)_6$.

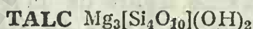
Sericitul este după unii autori un muscovit fin-solzos sau fibros, denumirea fiind de obicei limitată la mica albă secundară, care rezultă din transformarea feldspaților. S h a n n o n este de părere că sericitul conține mai puțin oxid de potasiu și mai multă apă, caracterizîndu-se printr-un unghi optic mai mic decît muscovitul obișnuit.

Ocurență. În România sericitul a fost descris ca mineral de neoformație, rezultat prin procese de autometamorfism hidrotermal în majoritatea zăcămintelor din provincia laramică și provincia neogenă.

Hidromica, cu distanța bazală de 10,5 Å, a fost descrisă la Pîrvova.

C. Grupa talcului și pirofilitului

Trei straturi în structura cristalină (cu strat trioctaedric)



TALC $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 0,577 : 1 : 2,068; β = 100°15′.

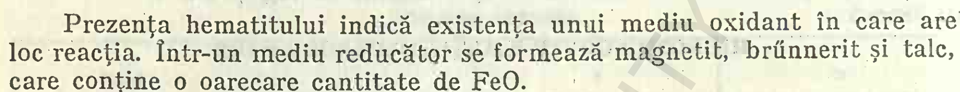
Dimensiunea celulei elementare: a_0 = 5,28; b_0 = 9,15; c_0 = 18,90 Å. Z = 2.

Habitus: cristale tabulare pseudohexagonale și pseudorombice. Sînt caracteristice maselor foioase, solzoase, deseori compacte, numite *steatit*. *Clivaj*: (001) perfect, foițele de clivaj sînt flexibile dar nu elastice. *H* = 1. *G* = 2,58 — 2,83. *Culoare*: verde-deschis (masele formate din foi mari) sau alb cu o nuanță gălbuie, brun, verzui. Foițele subțiri sînt transparente sau translucide. *Luciu*: sticlos sau sidefos, gras la pipăit.

Proprietăți optice: α = 1,539 — 1,550, β = 1,589 — 1,594, γ = 1,589 — 1,600. $\Delta \sim 0,05$. $2V_\alpha = 0° - 30°$. $\alpha \wedge c \simeq 10°$.

Chimism. Si este substituit printr-o cantitate mică de Al sau Ti, iar Mg este substituit printr-o cantitate mică de Fe^{2+}, Mn, Al. În cantități minore au mai fost identificate Ca și alcaliile, care substituie magneziul. Conținutul în H_2O este aproximativ de 4,7—5%. Analiza chimică a talcului de la Govăjdia, Hunedoara, România (P a p i u V. C. et al., 1962): SiO_2 64,87%; MgO 31,21%; $Al_2O_3+Fe_2O_3$ 1,15%; CaO 0,99%; H_2O 0,11%.

Geneză și ocurență. Se întîlnește ca produs al transformării hidrotermale a rocilor ultrabazice bogate în magneziu. Formarea talcului se realizează prin acțiunea unor soluții hidrotermale încărcate în CO_2, care acționează asupra silicaților de magneziu:



$$4(Mg, Fe)_2[SiO_4]+H_2O+3\ CO_2 \rightarrow Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2+3\ MgCO_3+Fe_2O_3$$

olivină — talc — magnezit — hematit

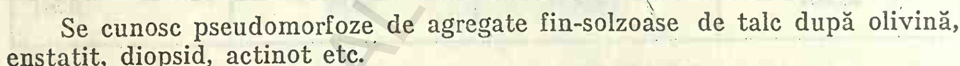
Prezența hematitului indică existența unui mediu oxidant în care are loc reacția. Într-un mediu reducător se formează magnetit, brűnnerit și talc, care conține o oarecare cantitate de FeO.

În exces de SiO_2 serpentina trece în talc, iar MgO trece în soluție.

$$Mg_3[Si_2O_5](OH)_4+1{,}16\ SiO_2 \rightarrow 0{,}79\ Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2+0{,}63\ MgO+1{,}21\ H_2O$$

serpentină — talc

În exces de CO_2 serpentina trece în talc și magnezit.



$$2\ Mg_3([Si_2O_5](OH)_4+3\ CO_2 \rightarrow Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2+3\ MgCO_3+3\ H_2O$$

serpentină — talc — magnezit

Acumulările de talc sînt legate și de procesele metasomatice de contact, talcul formîndu-se la contactul dolomitelor cu rocile intrusive în faza hidrotermală.

$$3\ CaMg[CO_3]_2+4\ SiO_2+H_2O \rightarrow Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2+3\ CaCO_3+3\ CO_2$$

dolomit — talc — calcit

Se cunosc pseudomorfoze de agregate fin-solzoase de talc după olivină, enstatit, diopsid, actinot etc.

În România se găsește în masivele cristaline, în șisturile talcoase, în serpentinite și în dolomite (Borsec, Sebeșul de Sus, Rășinari, M. Vulcan, Masivul Retezat, Tișovița, Teregova, Govăjdia, Cerișor, Rusca Montană, Surduc, Baia de Arieș), în legătură cu roci bazice și ultrabazice ofiolitice de vîrstă mezozoică (Masivul Parîng, Căzănești, Vața de Jos, Techereu, Zlatna, Almașu Mare, Isaccea), în skarne legate de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Ocna de Fier, Băița—Bihor, Pietroasa, Budureasa), în zăcăminte afiliate vulcanismului neogen (Cavnic, Băiuț, Rodna, Săcărîmb, Roșia Montană).

Se cunosc acumulări de talc în U.R.S.S. (în Ural), în Canada la Meadow, în Austria la Zillerthal (Tirol), în Franța la Briançon, în Suedia la Falun și la Sala.

Trei straturi în structura cristalină (cu strat dioctaedric)

PIROFILIT $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,580 : 1 : 2,095; β=99°55′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,16; b_0=8,90; c_0=18,64 Å. Z=2.

Habitus: de obicei sub formă de mase foioase, radiare sau ca varietăți compacte, fin-solzoase, care poartă denumirea de *agalmatolit* sau *pagodit*. *Clivaj*: (001) perfect, foițele de clivaj sînt flexibile dar nu elastice. $H=1-2$, gras la pipăit. $G=2,65-2,90$. *Culoare*: alb cu o nuanță gălbuie sau verde-deschis, deseori semitransparent. *Luciu*: sticlos, iar în agregatele foioase, sidefos. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. $\alpha=1,534-1,556$, $\beta=1,586-1,589$, $\gamma=1,596-1,601$, $\Delta=0,050$. $2V_\alpha=53-62°$. $\alpha \wedge c \simeq 10°$.

Chimism și structură. Ca și în structura micelor, există un strat octaedric unde ionii de aluminiu ocupă 2/3 din pozițiile posibile; stratul octaedric este așezat între straturile tetraedrice de SiO_4, anionul prezentîndu-se sub forma Si_2O_5, fără a fi substituit prin AlO_4, în contrast cu situația existentă în mice. Neutralizarea sarcinilor negative se realizează prin cationii de Al din coordonarea octaedrică. Distanța interstraturi la pirofilit este de $d \simeq 9,1-9,2$ Å. Cationii de aluminiu pot fi înlocuiți în cantități mici prin Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}. Analizele chimice au pus în evidență și conținuturi foarte mici de Ca, Na și K (pentru pozițiile *Y* din formula teoretică a filosilicaților).

Ocurență. Pirofilitul este un mineral caracteristic depunerilor hidrotermale, unde apare ca mineral de temperatură joasă, alături de cuarț și minerale micacee, precum și ca un constituent al rocilor metamorfice bogate în alumină. În cel de al doilea caz se formează probabil pe seama sedimentelor bogate în beidelit sau în montmorillonit la temperaturi relativ ridicate. Se întîlnește și sub formă de pseudomorfoze după andaluzit, disten, muscovit.

În România este descris în special sub numele de *agalmatolit*, ca produs al soluțiilor hidrotermale legate de magmatismul banatitic la Băița—Bihor

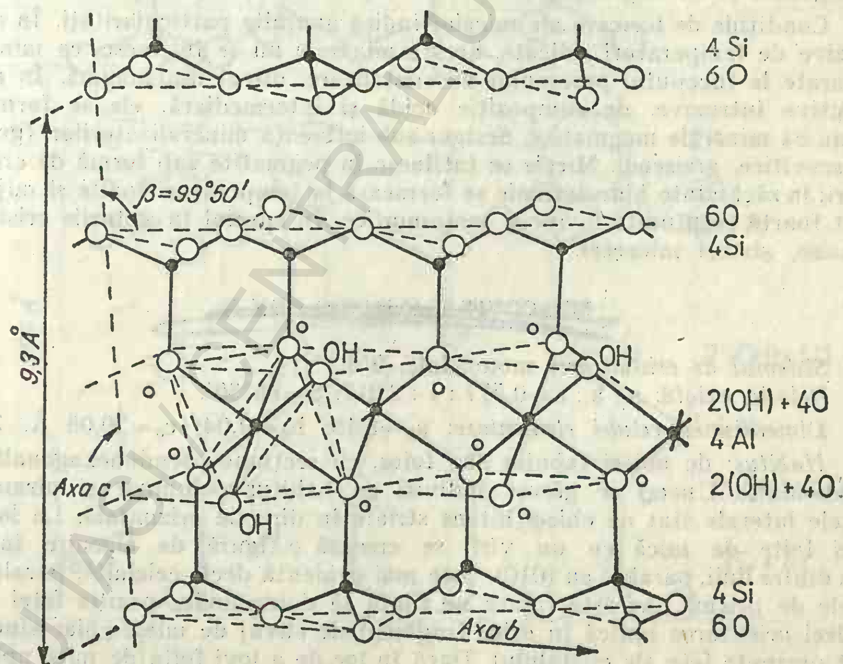


Fig. 198. Structura pirofilitului (după Pauling, 1930).

și de cel neogen (Talagiu — jud. Arad, Băiuț, Săcărîmb). Mai apare în seria de Schela Viezuroiu în sedimentarul slab metamorfozat.

În U.R.S.S. se găsește la Berezovsk și Miask (Ural), în S.U.A. în statele Arkansas, Georgia și Carolina de Sud, în Brazilia lîngă Ouro—Preto (Minas Geraes), în Spania la Caceres și în Japonia în insula Fukne și la mina Honami.

D. Grupa micelor

Mice cu trei straturi în structura cristalină (cu strat dioctaedric)

Micele constituie o grupă izomorfă. Structura lor rezultă din structurile pirofilitului și talcului. Două straturi tetraedrice sînt legate prin strat octaedric reprezentat fie prin Al (muscovit), fie prin Mg (flogopit). În straturile tetraedrice se constată substituirea SiO_4 prin AlO_4, paralel cu creșterea sarcinii negative. Această sarcină negativă suplimentară este compensată prin potasiu; în această situație între pachetele anionice constituite din trei straturi se stabilesc legături mai puternice, ceea ce de regulă produce și o creștere a durității. Compoziția chimică este variabilă în acest grup de minerale, formula teoretică fiind $W(X, Y)_{2-3}Z_4O_{10}(OH, F)_2$. În formulă W este în general reprezentat prin K, uneori prin Na (paragonit), iar pentru X și Y, cationii reprezentativi sînt Al, Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mg, Li etc.; Z poate fi Si și Al, raportul Si : Al fiind 3 : 1. Mineralele din această grupă sînt caracterizate printr-un clivaj perfect după pinacoidul bazal; cristalele sînt frecvent tabulare, cu conture hexagonale și cu unghiurile $(110) \wedge (1\bar{1}0)$ și $(110) \wedge (010)$ în jur de 60°.

Condițiile de formare ale micelor indică anumite particularități. În rocile efuzive de temperaturi ridicate, aceste minerale nu se întîlnesc ca minerale separate la începutul procesului de cristalizare, direct din magmă. În rocile eruptive intruzive, de compoziție acidă și intermediară, ele se formează tîrziu ca minerale magmatice, desigur sub influența mineralizatorilor (granite muscovitice, greisene). Micele se întîlnesc în pegmatite sub formă de cristale mari; în zăcăminte hidrotermale se formează la temperaturi înalte și mijlocii. Sînt foarte răspîndite în rocile metamorfice, în special în șisturile cristaline (gnaise, șisturi micacee).

MUSCOVIT $K_2Al_4[Al_2Si_6O_{20}](OH,F)_4$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 0,577 : 1 : 2,217; β = 95°30′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0 = 5,19; b_0 = 9,04; c_0 = 20,08 Å. Z = 2.

Habitus: de obicei tabular sau foios, cu secțiune pseudohexagonală sau romboidală. Uneori se găsesc indivizi cu habitus columnar și piramidal. Fețele laterale sînt de obicei intens striate în direcție orizontală. La lovirea unei foițe de mică cu un vîrf se creează o figură de ciocnire în care una dintre linii, paralelă cu (010), este mai evidentă decît celelalte, paralele cu fețele de prismă. Această figură ne ajută să determinăm poziția feței (010) și deci orientarea optică în orice fragment de clivaj de mică, chiar cînd nu sînt prezente fețe ale cristalului. Dacă în loc de a lovi foița de mică aplicăm o presiune pe suprafața de clivaj (001) se formează o figură de presiune cu

șase raze, ale căror linii sînt perpendiculare pe liniile figurii obținute prin lovire. *Clivaj*: (001) perfect; foițele de clivaj sînt flexibile și elastice; (010) și (110) slab. $H=2^1/_2$ de-a lungul clivajului și 4 transversal pe clivaj. $G=2{,}77-2{,}88$. *Macle*: după legea micelor, după planul (001), ca ax de maclă [310] mai rar macle după legea cloritelor. *Culoare*: incolor în foi subțiri, deseori gălbui, cenușiu, verzui și mai rar roșietic. *Fucsitul* este verde, iar *roscoelitul* este cafeniu-cenușiu. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos; pe suprafețele de clivaj este sidefos sau semimetalic.

Proprietăți optice. $\alpha=1{,}552-1{,}574$, $\beta=1{,}582-1{,}610$, $\gamma=1{,}587-1{,}616$, $\Delta=0{,}036-0{,}049$. $2V_\alpha=30°-47°$, $\alpha \wedge c=0°-5°$, $\beta \wedge a=1°-3°$.

Chimism. Înlocuirile izomorfe sînt destul de variate la muscovit. Pozițiile potasiului sînt frecvent înlocuite prin Na, Rb, Cs, Ca, Ba, iar pozițiile octaedrice ale Al prin Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn, Si, Cr, Ti, V, iar cele ale OH prin F. Anionul complex tetraedric arată variații de la $[Al_2Si_6]$ spre $[AlSi_7]$. Se cunosc varietăți ale muscovitului propriu-zis, cu conținut apreciabil în Fe^{3+} — *ferimuscovit* $K_2Fe_2^{3+}Al_2[Al_2Si_6O_{20}](OH,F)_4$; cu Mg și Fe^{3+} — *picrofengit* $K_2MgAl_3[AlSi_7O_{20}](OH)_4$ și *ferofengit* $K_2Fe^{3+}Al_3[AlSi_7O_{20}](OH)_4$. Cînd în constituția chimică apare Cr, denumirea este de *fucsit*, iar cînd apare vanadiu denumirea este *roscoelit*. Unele proprietăți variază în funcție de variațiile chimice intervenite.

În funcție de torsiunile structurale se mai cunoaște modificația polimorfă a muscovitului, monoclinică, cu relația axială: $a:b:c=0{,}577:1:3{,}326$; $\beta=90°10'$; dimensiunea celulei elementare: $a_0=3{,}20$; $b_0=9{,}03$; $c_0=30{,}04$ Å; $Z=2$; $2V\alpha=15°$, planul optic paralel cu (001) și $\gamma=a$. $\alpha=1{,}555$, $\beta=1{,}589$, $\gamma=1{,}590$. $\Delta=0{,}035$. A fost determinat la Sultan, Basin, Washington (S.U.A.).

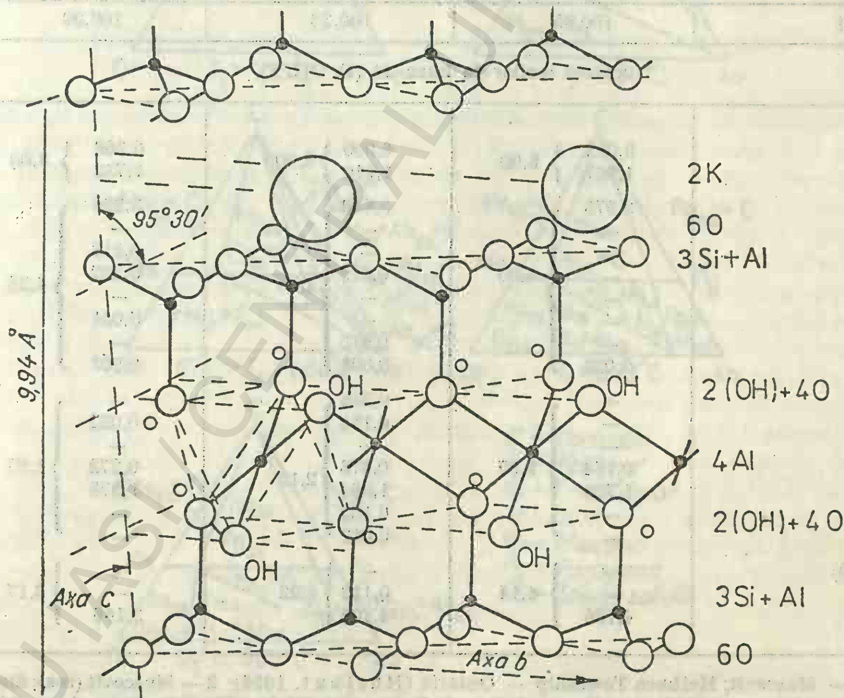


Fig. 199. Structura muscovitului.

Analize chimice pe minerale muscovitice

	1		2		3	
SiO_2	45,87		46,01		45,97	
TiO_2	—		0,00		—	
Al_2O_3	38,69		35,64		31,67	
Cr_2O_3	—		—		4,81	
Fe_2O_3	—		0,13		2,56	
ZnO	—		—		—	
FeO	urme		0,00		0,53	
MnO	urme		0,09		—	
MgO	0,10		0,04		0,31	
CaO	urme		1,12		0,15	
BaO	—		—		—	
Na_2O	0,64		1,88		1,03	
K_2O	10,08		8,19		9,07	
Rb_2O	—		1,20		—	
Cs_2O	—		0,20		—	
Li_2O	—		0,69		—	
F	0,00		0,54		—	
H_2O^+	4,67		4,65		3,84	
H_2O^-	—		0,08		0,51	
Total	100,05		100,46		100,09	
O≡F	0,00		0,23		—	
Total	100,05		100,23		100,09	
Numărul ionilor în baza 24 (O, OH, F)						
Si	6,093	8,00	6,090	8,00	6,268	8,00
Al	1,907		1,910		1,732	
Al	3,975	4,00	3,649	4,05	3,360	4,26
Ti	—		—		—	
Cr	—		—		0,518	
Fe^{3+}	—		0,013		0,262	
Zn	—		—		—	
Fe^{2+}	—		—		0,061	
Mn	—		0,010		—	
Mg	0,020		0,008		0,063	
Li	—	1,87	0,366	2,13	—	1,87
Ca	—		0,159		0,022	
Ba	—		—		—	
Na	0,164		0,476		0,272	
K	1,706		1,384		1,578	
Rb	—		0,102		—	
Cs	—		0,012		—	
(H_2O)	—	4,14	—	4,22	—	3,17
F	—		0,113		—	
OH	4,136		4,106		3,166	

1 — Muscovit; Methuen Township — Ontario (Hurlbut, 1956); 2 — Muscovit (roz); Suedia (Berggren, 1940); 3 — Fucsit; Pointe du Boise — Manitoba (Whitmore și col., 1946).

Transformări. La temperaturi ridicate muscovitul se descompune pînă la 1 000°C în corindon, ortoză și H_2O. Stratele muscovitice abandonează vaporii de apă la 100 atm și 315°C; la $pH=11-11,5$ apar cristale mici de diaspor, böhmit, hematit și spinel (H o l s e r, 1956). Curbele D.T.A. ale acestei grupe de minerale variază în funcție de specia de muscovit. Muscovitele macrogranulare nu au peak-uri endoterme la temperaturi joase. Peak-ul endotermic apare obișnuit la 800°—900°C; el corespunde la expulzarea apei din structură; peak-urile exotermice de la diferite temperaturi reprezintă efectul unor recristalizări (leucit, corindon, spinel). Cercetările în sistemul $K[AlSi_3O_8]-Na[AlSi_3O_8]-Al_2O_3-H_2O$ (E g u s t e r și Y o d e r, 1955) indică existența unor asociații variate de minerale (fig. 200) în funcție de condițiile de temperatură și presiune.

Geneză. Muscovitul intră în componența unor roci eruptive, îndeosebi granite. Destul de frecvent muscovitul se întîlnește în filoanele pegmatitice sub formă de cristale mari, care prezintă interes din punct de vedere industrial. În greisene, varietate de granit metamorfozat pneumatolitic, muscovitul se formează mai ales pe seama feldspaților potasici cristalizați anterior. În

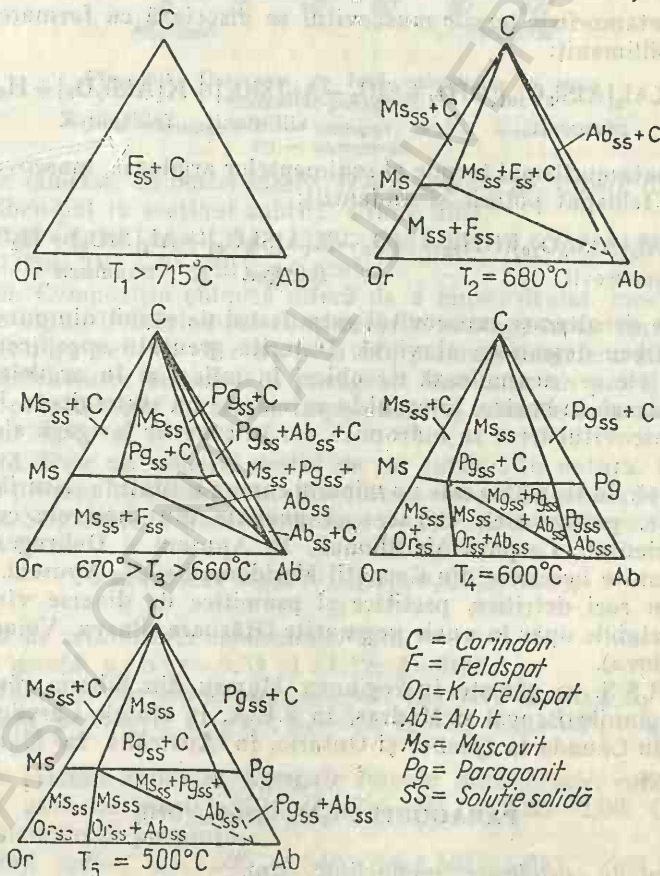
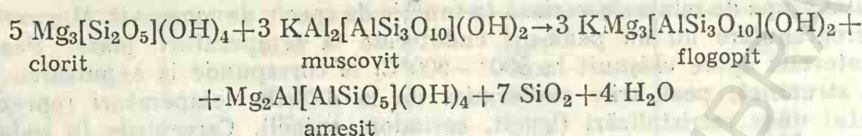


Fig. 200. Asociațiile de minerale în sistemul $Na(AlSi_3O_8)-K(AlSi_3O_8)-Al_2O_3-H_2O$ — la temperaturi variate.

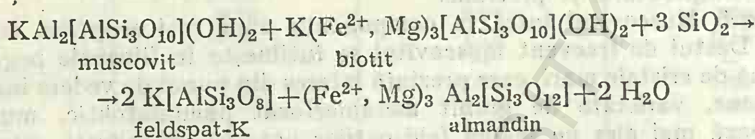
zonele de metamorfism regional formarea muscovitului este datorată recristalizării illitului, inițial din sedimente și din roci argiloase. În aceste zone muscovitul este caracteristic șisturilor clorito-sericitoase cu albit. În condițiile unui metamorfism avansat se trece la asociații noi după reacția:



$$5\,Mg_3[Si_2O_5](OH)_4 + 3\,KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2 \rightarrow 3\,KMg_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2 + Mg_2Al[AlSiO_5](OH)_4 + 7\,SiO_2 + 4\,H_2O$$

clorit, muscovit, flogopit, amesit

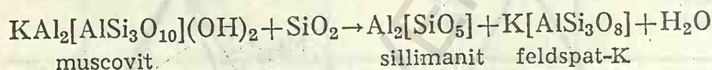
Zonele cu muscovit și biotit arată prezența în asociație a feldspatului potasic și almandinului:



$$KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2 + K(Fe^{2+}, Mg)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2 + 3\,SiO_2 \rightarrow 2\,K[AlSi_3O_8] + (Fe^{2+}, Mg)_3\,Al_2[Si_3O_{12}] + 2\,H_2O$$

muscovit, biotit, feldspat-K, almandin

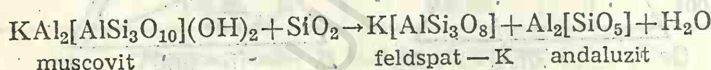
Prin metamorfism termic muscovitul se disociază cu formare de feldspat potasic și sillimanit:



$$KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2 + SiO_2 \rightarrow Al_2[SiO_5] + K[AlSi_3O_8] + H_2O$$

muscovit, sillimanit, feldspat-K

Prin metamorfismul termic al sedimentelor argiloase, muscovitul poate fi înlocuit cu feldspat potasic și andaluzit:



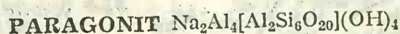
$$KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2 + SiO_2 \rightarrow K[AlSi_3O_8] + Al_2[SiO_5] + H_2O$$

muscovit, feldspat — K, andaluzit

În procesele de alterare muscovitul este destul de stabil din punct de vedere chimic; el trece deseori în aluviuni. Datorită greutății specifice foarte mici a foițelor, ele se acumulează de obicei în mîluri și în argilele stratificate care se formează în bazine, în cazul în care apele nu sînt agitate. Prin alterare chimică muscovitul trece în hidromice, iar în cazurile levigării alcaliilor trece în caolinit.

Ocurență. În România este un mineral comun întîlnit în șisturile sericitoase, micașisturile, paragnaisele micacee și gnaisele din masivele cristaline din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, precum și în unele granite hercinice din Carpații Meridionali și M. Apuseni. Este foarte răspîndit în roci detritice, psefitice și psamitice de diverse vîrste. Lamele mari exploatabile apar în unele pegmatite (Răzoare, Parva, Voineasa, Mănăileasa, Voislova).

În U.R.S.S. se găsește în regiunea Mumsk din Siberia răsăriteană, în India în regiunile Bengal și Madras, în S.U.A. în statele Carolina de Sud și Maryland, în Canada în Quebec și Ontario, în Australia la Mama Witim și Alice Springs.



PARAGONIT $Na_2Al_4[Al_2Si_6O_{20}](OH)_4$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,571 : 1 : 2,112; β=95°.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,13; b_0=8,89; c_0=18,99 Å. Z=2.

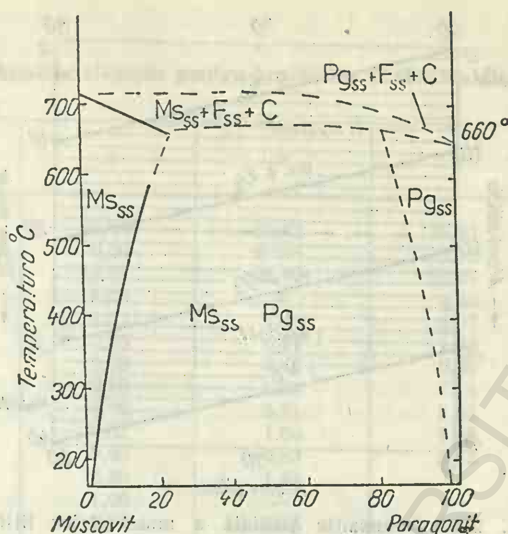


Fig. 201. Diagrama de fază subsolidus în zona muscovit-paragonit:
C — corindon; F — feldspat; Ms — muscovit; Pg — paragonit.

Habitus: lamelar, de obicei masiv. $H=2^1/_2$. $G=2{,}85$. *Clivaj*: (001) perfect. *Culoare*: galben-pal în secțiuni subțiri. *Urmă*: albă.

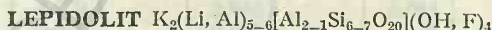
Proprietăți optice. $\alpha=1{,}564-1{,}580$, $\beta=1{,}594-1{,}609$, $\gamma=1{,}600-1{,}609$. $\Delta=0{,}028-0{,}038$. $2V_\alpha=0°-40°$. $\alpha\wedge c\simeq5°$.

Chimism. Compoziția chimică diferă de a muscovitului, locul potasiului fiind luat de sodiu. Urmărindu-se conținuturile în Na_2O în sistemul muscovit-paragonit, Eugster și Yoder (1955) prezintă diagrama din figura 201.

Deosebirile dintre muscovit și paragonit sînt mici; nu pot fi identificați numai prin proprietățile optice; se impun analize chimice care să stabilească proporția de Na și K.

Ocurență. Este un mineral destul de rar întîlnit în natură. Este adesea semnalat ca prezent în șisturi cristaline-filitice, uneori în asociație cu distenul și staurolitul. Se găsește la Monte Campione — Elveția și în Piemonte — Italia.

LEPIDOLIT $K_2(Li, Al)_{5-6}[Al_{2-1}Si_{6-7}O_{20}](OH, F)_4$



Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 0,58 : 1 : 1,12; $\beta=100°$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5{,}2$; $b_0=9{,}0$; $c_0=10{,}2$ Å. Z=1.

Modificații polimorfe: $a_0=9{,}0$; $b_0=5{,}2$; $c_0=20$ Å; $\beta=98°$; Z=2; $a_0=5{,}2$; $c_0=30{,}0$ Å; Z=3.

Habitus: cristale tabulare, agregate foioase mici. *Macle*: rare, planul de maclă (001), axul de maclă [310]. $H=2^1/_2-4$. $G=2{,}80-2{,}90$. *Clivaj*: (001) perfect. *Culoare*: roșu-purpuriu.

Proprietăți optice. $\alpha=1{,}525-1{,}548$, $\beta=1{,}551-1{,}585$, $\gamma=1{,}554-1{,}587$, $\Delta=0{,}018-0{,}038$, $2V_\alpha=0°-58°$. $\gamma\wedge a=0°-7°$. Valorile constantelor optice depind de conținutul în fier.

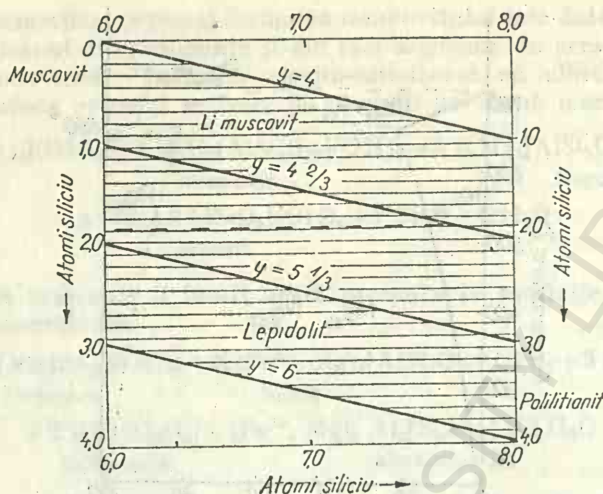


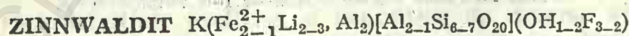
Fig. 202. Compoziţia posibilă a muscovitelor litifere (Li—muscovite) şi lepidolitelor.

Chimism. Structura este analoagă celei descrise la micele cu straturi tetraedrice şi octaedrice, acestea din urmă dioctaedrice şi trioctaedrice. Aproape toate analizele chimice indică la lepidolit un deficit de Li_2O, fapt explicat prin posibilitatea prezenţei unei cantităţi de muscovit interstratificat (dar nu izomorf). În chimismul lepidolitului (tabelul 258) sînt determinate conţinuturi în Na, Rb şi Cs care substituie K, precum şi Fe, Mg, Mn, care ocupă spaţiile octaedrice. În mici cantităţi au mai fost identificate şi Ca, Ba, Sr, Ga, Nb, Th şi Ti.

Ocurenţă. Este un mineral caracteristic granitelor metamorfozate şi pegmatitelor granitice, asociat cu alte minerale de litiu (ambligonit, spodumen, zinnwaldit). Lepidolitul din greisene este deseori rezultatul metasomatozei suferite de biotit sau chiar a muscovitului; uneori apare în filoane hidrotermale.

În România se găseşte în şisturile cristaline şi în aluviunile care provin din acestea, la Tălmaciu (descris ca litionit), Răşinari, Ceamurlia de Sus, şi mina Altîn-Tepe.

În alte ţări apare în mina Stewart (California), la Kimito (Finlanda) şi la Minogi, Okayama Prefectura (Japonia).



ZINNWALDIT $K(Fe^{2+}_{2-1}Li_{2-3}, Al_2)[Al_{2-1}Si_{6-7}O_{20}](OH_{1-2}F_{3-2})$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,581 : 1 : 2,248; β=100°48′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,27; b_0=9,09; c_0=10,07 Å. Z=1.

Habitus: cristale prismatice, scurte sau lamelare; deseori în agregate solzoase. *Clivaj*: (001) perfect. *Macle*: plan de maclă (001), ax de maclă [310]. *H*=2½—4. *G*=2,90—3,02. *Culoare*: brun-cenuşiu, galben-brun, violet-pal. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos sau sidefos.

Proprietăţi optice. α=1,535—1,558, β=1,570—1,589, γ=1,572—1,590. Δ=0,035. $2V_\alpha$=0°→40°. $\alpha \wedge c \simeq$0°—2°.

Analize chimice pentru lepidolite și zinnwaldite

	1	2	3	4
SiO_2	48,94	50,83	38,83	46,74
TiO_2	0,00	urme	0,12	0,00
Al_2O_3	22,21	23,70	22,27	21,78
Fe_2O_3	1,55	—	4,40	1,19
FeO	1,52	1,24	9,07	10,22
MnO	0,75	0,97	1,66	0,37
MgO	0,03	0,46	0,38	0,00
CaO	0,10	0,24	1,14	0,00
Li_2O	4,99	5,51	2,62	3,72
Na_2O	0,53	1,06	0,48	0,54
K_2O	8,62	9,88	9,53	10,37
Rb_2O	3,80	1,64	—	nd
Cs_2O	1,08	—	—	nd
F	6,69	6,96	3,82	7,54
H_2O^+	1,46	0,90	2,93	0,89
H_2O^-	0,88	0,12	3,74	nd
Total	103,15	103,51	100,80	103,36
F≡O	2,62	2,93	1,39	3,17
Total	100,53	100,58	99,41	100,19

Numărul de ioni în baza 24 (O, OH, F)

	1		2		3		4	
Si	6,754	8,00	6,804	8,00	5,802	8,00	6,518	8,00
Al	1,246		1,196		2,198		1,482	
Al	2,368		2,504		1,727		2,099	
Fe^{3+}	0,161		—		0,014		—	
Fe^{2+}	0,175		0,139		0,494		0,124	
Mn	0,088	5,57	0,110	5,81	1,134		1,192	5,58
Mg	0,006		0,092		0,210	5,24	0,077	
Li	2,770		2,966		0,084		—	
Ca	0,015		0,035		1,576		2,086	
Na	0,140		0,276		0,182		—	
K	1,518	2,07	1,688		0,138		0,146	1,99
Rb	0,336		0,132	2,13	1,818	2,14	0,846	
Cs	0,064				—		—	
F	2,920	4,26	2,946	3,75	1,805	4,73	3,326	4,15
OH	1,344		0,804		2,920		0,828	

1 — Lepidolit (pegmatit); Kimito — Finlanda (P e h r m a n, 1945); 2 — Lepidolit (pegmatit); Minogi, Okayama Prefectura, Japonia (U k a i și col., 1956); 3 — Zinnwaldit (pegmatit); Naegitown, Ena, Gihu — Japonia (H a r a d a, 1954); 4 — Zinnwaldit; Zinnwald (W i n c h e l l, 1942).

Chimism. Arată variații largi, substituirile sînt numeroase și relativ nelimitate. Siliciul este înlocuit cu Al și uneori prin Ti, raportul Si : Al obișnuit este 6 : 2 (3 : 1). Fe^{2+}, Ti, Fe^{3+}, Mn și Mg substituie aluminiul din pozițiile *Y*, iar potasiul este înlocuit parțial prin Na, Rb, Ba, Sr și uneori Ca. Proporția de înlocuire a OH^-, prin F^-, este corelată cu variațiile cationilor din poziția *Y*. Zinnwalditul se aseamănă cu lepidolitul îndeosebi prin raportul Si : Al; diferențierea constă în apariția sau nu a Mg. Ca elemente urmă, în zinnwaldit sînt semnalate, B, Be, Sn, Zn, Pb, Cs și Ti (Glass, 1935) și P, He, Mg, Mn, Ga, Ba, Sc, Tl și Y (Rankama și Sahama, 1950).

Ocurență. Este caracteristic pegmatitelor granitice, granitelor metamorfozate (greisene), găsindu-se și în unele filoane hidrotermale de temperaturi înalte. Prin alterare trece într-un produs asemănător caolinului, intens colorat în galben-brun, datorită hidroxizilor de fier.

Mai importante sînt acumulările semnalate la Zinnwald și Cinoveč în M. Metalici, situate în stock-uri de granit, și cele de la Cornwall — Anglia, în zăcăminte de staniu.


GLAUCONIT $(K, Na, Ca)_{1,2-2,0}(Fe^{3+}, Al, Fe^{2+}, Mg)_{4,0}[Al_{1-0,4}Si_{7-7,6}O_{20}](OH)_4 \cdot n\,H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,577 : 1 : 2,208; β≃100°0′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,25; b_0=9,09; c_0=10,03 Å. Z=1.

Habitus: rar sub formă de cristale, cu contur hexagonal; de obicei sub formă de granule mici, frecvent rotunjite, diseminate în rocile silicioase sau marnoase. *H*=2; casant. *G*=2,40—2,95. *Clivaj*: (001) perfect, se observă foarte rar. *Culoare*: verde-închis pînă la negru-verzui; în secțiuni subțiri este verde. *Urmă*: verde. *Luciu*: mat, pentru varietățile compacte sticlos sau gras.

Proprietăți optice. α=1,592—1,610, β=γ=1,614—1,641. Δ=0,014—0,030. $2V_\alpha$=0°—20°. α∧c≃10°.

Chimism. Numeroasele analize au pus în evidență existența sub formă de impurități a fosfatului de calciu, silicei și oxizilor de fier.

Structura este asemănătoare cu a biotitului fiind prezent stratul dioctaedric. Poziția Y în glauconit este ocupată prin Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mg și Al (Hallimond 1922—1928). În funcție de înlocuirile din poziția X apare mai mult sau mai puțin Al în straturile tetraedrice (deseori egale, ca la muscovit), precum și modificări în raportul Fe^{3+} : Al. În formula teoretică se poate să întîlnim $Fe^{3+}_{2-2,2}[Al]^{6}_{0,4-0,8}[Al]^{4}_{0,4-1,0}$ și $(K, Ca, Na)_{1,2-2,0}$. Relația dintre glauconite, mice și minerale argiloase este reprezentată în figura 203.

Glauconitele conțin cantități importante de Na, uneori Ca, mai rar și de regulă în urme Ti; un rol important îl are și H_2O. Varietatea aluminoasă de glauconit se numește *scolit*, iar varietatea feriferă se numește *celadonit*. Indicii de refracție variază în funcție de conținutul în fier (γ — variază aproape liniar în raport cu numărul ionilor de Fe^{3+}).

Geneză. Este un mineral autigen în roci sedimentare marine (gresii, argile, roci carbonatice, intercalații de fosforite) formate la adîncimi relativ mici, mai ales în zonele litorale ale mărilor și oceanelor și în sedimente marine actuale (mîluri, nisipuri). În procesele de alterare, glauconitele nu sînt stabile, se descompun trecînd în hidroxizi de fier și silice. De aceste procese sînt legate unele depozite de limonite mai ales cele din mlaștini.

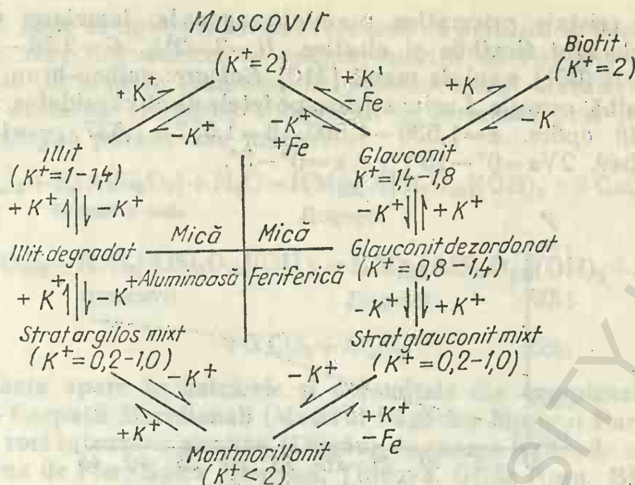


Fig. 203. Relația glauconit-mice, minerale argiloase.

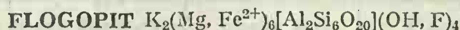
Glauconitul sub numele de *neopermulit* se folosește ca dedurizant pentru apele dure. Această întrebuințare se bazează pe proprietatea glauconitului de schimb de cationi. În acest scop se tratează concentratele glauconitice cu soluție suprasaturată de NaCl, în urma căreia ionii de Na sînt adsorbiți de concentrat. Prin filtrarea apei dure dintr-un asemenea concentrat are loc un schimb de cationi; cationii alcalino-teroși din apă sînt adsorbiți de concentratul glauconitic, iar în soluție trec cationii de sodiu, micșorîndu-se astfel duritatea apei.

Ocurență. Este citat ca mineral autigen în roci sedimentare detritice, în special nisipuri și gresii de vîrste diferite.

În România apare în Carpații Orientali, fiind caracteristic orizontului superior (albian superior-cenomanian) al șisturilor negre din zona flișului format din gresii; este întîlnit și în formațiuni mai tinere ca în senonian, în eocen (în faciesul de Șotrile, în faciesul de Piepturi-Puica), în oligocen (gresia de Lucăcești, gresia de Kliwa), în aquitanian. În bazinul Transilvaniei apare în eocenul epicontinental, iar în Dobrogea sudică în nisipuri albiene și mai puțin în eocen.

Se găsește în Noua Zeelandă la Milburn, în U.R.S.S. în platforma Rusă, în Ucraina, în depozite de vîrstă terțiară, de-a lungul versantului de răsărit al Uralului, în Kazahstanul de vest etc.

Mice cu trei straturi în structura cristalină (cu strat trioctaedric)



FLOGOPIT $K_2(Mg, Fe^{2+})_6[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,575 : 1 : 2,206; β=100°.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,3; b_0=9,2; c_0=10,3 Å. Z=1.

Habitus: cristale prismatice pseudohexagonale, lamelare. *Clivaj*: (001) perfect; foiţele sînt flexibile şi elastice. $H=2-2^1/_2$. $G=2,76-2,90$. *Macle*: planul de maclă (001), axul de maclă [310]. *Culoare*: galben-brun, verde, roşu-brun. *Urmă*: albă, cenuşie. *Luciu*: sticlos, pe feţele de clivaj sidefos, semimetalic.

Proprietăţi optice. $\alpha=1,530-1,590$, $\beta=1,557-1,637$, $\gamma=1,558-1,637$. $\Delta=0,028-0,049$. $2V\alpha=0°-15°$, $\gamma \wedge a=0°-5°$.

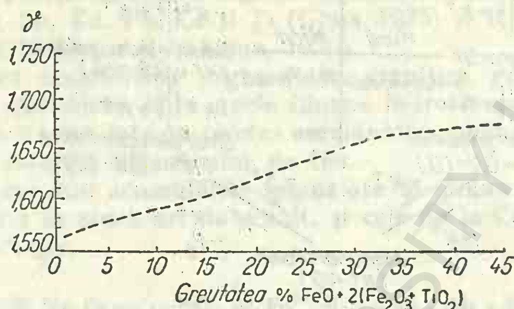


Fig. 204. Relaţia între indicii de refracţie şi chimism în seria flogopit-biotit (după Heinrich, 1946).

Chimism şi structură. Este un mineral important în grupa micelor, avînd în structură strat trioctaedric. Flogopitul reprezintă compusul magnezian, $K_2Mg_6[Al_2Si_6O_{20}](OH)_4$, iar *annitul* reprezintă termenul cu fier $K_2Fe_6^{2}[Al_2Si_6O_{20}](OH)_4$. În funcţie de valoarea raportului Mg : Fe corelată cu înlocuirile cu Al în straturile octaedrice şi cele tetraedrice se obţin termenii *eastonit* $K_2(Mg_5Al)[Al_3Si_5O_{20}](OH)_4$ şi *siderofilit* $K_2(Fe_5^{2+}Al)[Al_3Si_5O_{20}](OH)_4$ pînă la termenul cel mai complex din punct de vedere chimic *biotitul* $K_2(Mg, Fe^2)_{6-4}(Fe^3, Al, Ti)_{0-2}[Al_{2-3}Si_{6-5}O_{20}](OH, F)_{4-2}$. Na este încorporat în structura flogopitului ca şi în cazul muscovitului; raportul poate atinge uneori valoarea Na : K$\simeq$1 : 1. În cantităţi mici sînt semnalate conţinuturi în Mn (*manganoflogopit*, $MnO+Mn_2O_3\simeq18\%$). În straturile octaedrice apar substituiri şi prin Al, Fe^{3+}, Ti, mai rar Li.

Variaţiile în chimism sînt sesizate în special prin intermediul proprietăţilor optice; indicii cresc odată cu creşterea sumei cationilor $FeO+2(Fe_2O_3+TiO_2)$ pentru seria flogopit-biotit.

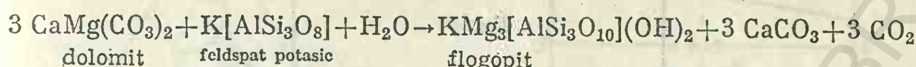
Pentru termenii flogopitului variaţiile constantelor optice sînt prezentate în tabelul 259.

Tabelul 259

Variaţia constantelor optice la flogopit

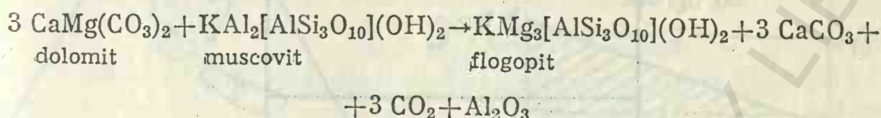
Constantele optice	Flogopit (Winchell, 1951)	Fluor-flogopit (Kohn şi Hatch, 1955)	Titano-fier-flogopit (Prider, 1940)	Mangano-flogopit (Heinrich şi col. 1953)
α	1,535	1,522	1,599	1,548–1,573
β	1,564	1,548	—	1,581–1,636
γ	1,565	1,549	1,643	1,581–1,636
Δ	0,030	0,027	0,044	0,024–0,040
$2V\alpha$	10°	14°±5°	38°	0°–34°

Ocurență. Este un mineral asociat frecvent cu biotitul, în roci metamorfozate, calcare, roci ultrabazice; se cunosc apariții de flogopit în dolomitele metamorfozate de magme granitice; în metamorfismul hidrotermal apare la contactul cu calcarele cristaline. Flogopitul se formează prin reacția dintre dolomit și feldspat potasic sau muscovit:



$$3\,CaMg(CO_3)_2 + K[AlSi_3O_8] + H_2O \rightarrow KMg_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2 + 3\,CaCO_3 + 3\,CO_2$$

dolomit — feldspat potasic — flogopit



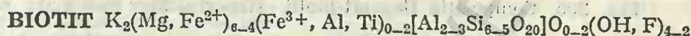
$$3\,CaMg(CO_3)_2 + KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2 \rightarrow KMg_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2 + 3\,CaCO_3 +$$

dolomit — muscovit — flogopit

$$+ 3\,CO_2 + Al_2O_3$$

În România apare în calcarele și dolomitele din complexele de șisturi cristaline din Carpații Meridionali (Masivul Făgăraș, Masivul Parîng, Masivul Godeanu), în roci intruzive alcaline (Ditrău), în skarne legate de magmatismul banatitic (Ocna de Fier, Sasca Montană, Tincova, Oțelu Roșu, Băița—Bihor).

În Italia se găsește la Monte Braccio, Val Malenco, Monte Somma; în Madagascar la Saharakara, în Colorado la San Juan.



BIOTIT $K_2(Mg, Fe^{2+})_{6-4}(Fe^{3+}, Al, Ti)_{0-2}[Al_{2-3}Si_{6-5}O_{20}]O_{0-2}(OH, F)_{4-2}$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,576 : 1 : 1,109; β=100°.

Dimensiunea celulei elementare. După H e n d r i c k s și J e f f e r s o n (1939) parametrii biotitului polimorf sînt: $a_0=5{,}3$; $b_0=9{,}2$; $c_0=10{,}2$ Å; β=100°; $a_0=5{,}3$; $b_0=9{,}2$; $c_0=20{,}2$ Å; β=95°; pentru cea de-a treia modificație: $a_0=5{,}3$, $c_0=30{,}0$ Å (uneori uniax). Z=1.

Habitus: cristalele sînt tabulare, pseudohexagonale; deseori columnar, piramidal; cristalele mari au frecvent structuri zonare; se întîlnesc mase compacte foioase și granular-solzoase. *Macle*: plan de maclă (001), ax de maclă [310]. *Clivaj*: (001) perfect, (010) și (111) fragmentat; dă figuri de lovire și presiune. *Culoare*: negru, brun, uneori cu nuanță portocalie, roșietic, verzui; nu este transparent sau translucid. *Urmă*: albă-cenușie. *Luciu*: sticlos, pe suprafețele de clivaj sidefos, semimetalic. $H=2^1/_2-3$. $G=2{,}7-3{,}3$.

Proprietăți optice. $\alpha=1{,}565-1{,}625$, $\beta=1{,}605-1{,}696$, $\gamma=1{,}605-1{,}696$, $\Delta=0{,}04-0{,}08$. $2V_\alpha=0°-25°$, $\gamma \wedge a=0°-9°$, pleocroic, α=galben-cenușiu, verde-brun, brun, β=γ=brun-închis, verde-închis, brun-roșcat-închis.

Chimism. Formula teoretică a biotitului arată variabilitatea chimismului acestui mineral. Această specie rezultă din termenii flogopit, annit, eastonit și siderofilit (figura 205).

În biotit magneziul este înlocuit prin fier feros și apoi prin Fe^{3+}, Al. Acesta din urmă înlocuiește și Si în straturile tetraedrice; raportul Si : Al=6 : 2. Substituiri frecvente apar în legătură cu K prin Na, Ca, Ba, Rb, Cs. Uneori Na arată concentrații ridicate de 0,5 atomi pentru celula elementară:

— cu Fe^{2+} înlocuit prin Mn, Ti, Fe^{3+};

— cu Al înlocuit prin Si.

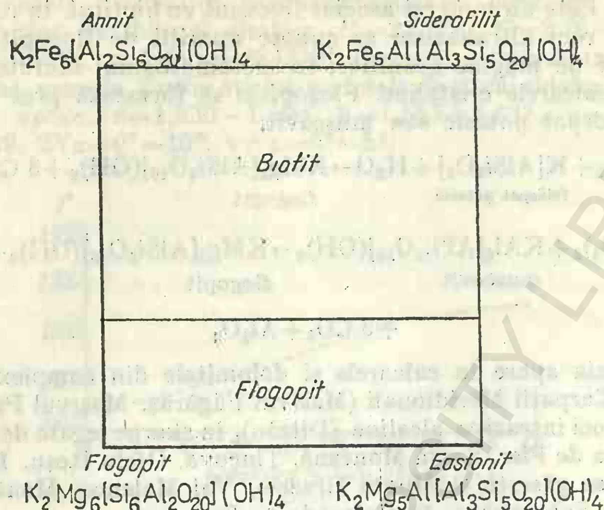


Fig. 205. Compoziţia flogopit-biotit. Raportul Mg : Fe=2 : 1.

F^- înlocuieşte ionii de OH^-; înlocuirea cu fluor este legată de existenţa în chimism şi a unei cantităţi ridicate de Ti, Mn.

Cl^- substituie şi el OH^- (L e e, 1958). Apariţia clorului produce modificări în proprietăţile optice ale mineralului.

Indicii de refracţie depind de conţinuturile în FeO, MgO şi TiO, variind în general în funcţie de substituirile produse în straturile octaedrice. Unele analize chimice indică conţinuturi mai scăzute în Si şi Al, caz în care, probabil, asistăm la înlocuirea acestor elemente în straturile tetraedrice cu Ti sau Fe^{3+}.

Tabelul 260

Analizele chimice ale biotitelor

	1	2
SiO_2	37,19	35,39
TiO_2	1,40	0,08
Al_2O_3	19,26	19,21
Fe_2O_3	4,60	6,54
FeO	16,82	19,01
MnO	0,35	0,37
MgO	7,94	7,89
CaO	0,11	0,16
Na_2O	0,02	1,26
K_2O	9,17	7,86
H_2O	3,63	2,09
F_2	0,03	urme

1) Voineasa — România (I a n o v i c i, 1939);
2) — V. Lotrului — Romînia (M e t t a, 1930).

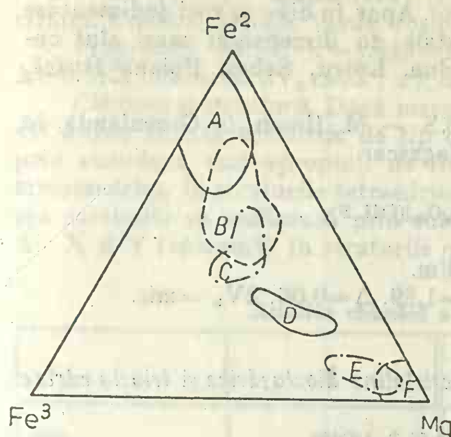


Fig. 206. Variația chimismului în funcție de tipul de rocă și relația Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mg la biotite;

A — biotit în pegmatite granitice; *B* — biotit în granit și granodiorit; *C* — biotit în tanalit și diorit; *D* — biotit în gabbrou; *E* — biotit și flogopit în roci ultrabazice; *F* — flogopit în roci metamorfice (calcare magneziene).

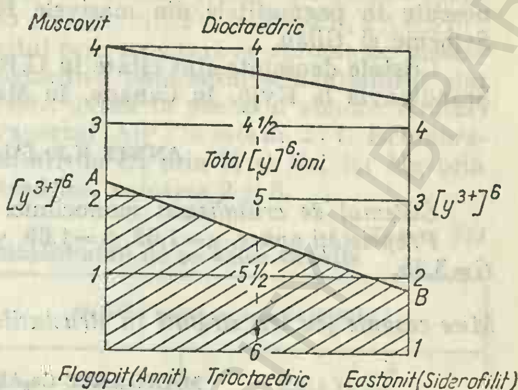


Fig. 207. Variația chimismului biotitelor și flogopitelor în raport cu compoziția muscovitului.

Chimismul biotitelor din roci variază în funcție de tipul de rocă în care se află, precum și în legătură cu relația existentă între Fe^{2+}, Fe^{3+} și Mg (fig. 206).

De remarcat variația compoziției biotitelor și flogopitelor în raport cu chimismul muscovitului (fig. 207); flogopitele și biotitele se plasează de-a lungul liniei AB — regiunea hașurată; sînt urmărite relațiile cationilor din straturile octaedrice în legătură cu schimbările raportului Si : Al din straturile tetraedrice.

Transformări. În procesele de alterare chimică biotitul se descompune, pierde elementele alcaline, iar Fe^{2+} se oxidează trecînd în Fe^{3+}. În același timp asistăm la o hidratare a biotitului (hidrobiotit); mineralul își pierde luciul, elasticitatea, devine afînat; în ultima fază a procesului de descompunere se formează clorit, muscovit, sericit, minerale argiloase (caolinit, illit), precum și alte minerale ca, epidot, zoizit, calcit, leucoxen și rutil.

Ocurență. Apare ca mineral constitutiv în variate roci magmatice; în filoane pegmatitice este asociat cu muscovit, formînd împreună uneori concreșteri paralele sau zonare; se întîlnește în roci rezultate din metamorfismul termic (corneene), de regulă prin acțiunea magmelor granitice asupra unor roci necarbonatate; în filoane hidrotermale metalifere; în variate roci metamorfice—șisturi cristaline, în special gnaise.

În România este un mineral întîlnit în diverse tipuri de roci; în gnaise și micașisturi mezozonale, mai rar în cuarțite și amfibolite din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea; în granite și granodiorite hercinice din Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, precum și în pegmatitele legate de acestea; în unele porfire permiene din Banat și M. Apuseni; în granodiorite, granodiorite porfirice, riolite, dacite și unele andezite ale eruptivului banatitic din Banat și M. Apuseni; în riolitele, dacitele și unele andezite neogene din Carpații Orientali și din M. Apuseni. Forme alterate

au fost descrise sub numele de *rubelan* şi *voigtit*. Apar în diverse roci sedimentare detritice şi în unele aluviuni recente. Cristale de dimensiuni mari sînt cunoscute în pegmatitele din masivele Rodna, Lotru, Sebeş, Poiana Ruscă, Semenic şi Gilău.

Cristale deosebite sînt citate în U.R.S.S. — M. Ilmen, în Groenlanda, în Scandinavia la Evjo, în Canada, în Madagascar.

ANNIT $K_2Fe_6[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Proprietăţi optice. $\alpha=1,63$, $\beta=1,69$, $\gamma=1,89$. $\Delta=0,06$, $2V_\alpha$ =mic. $G=3,35$.

Mice casante (cu trei straturi în structurile cristaline dioctaedrice şi trioctaedrice

MARGARIT $Ca_2Al_4[Al_4Si_4O_{20}](OH)_4$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c = 0,575 : 1 : 1,093; β=100°48′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,13; b_0=8,92; c_0=19,50 Å. Z=2.

Habitus: fin—lamelar, agregate foioase; nu se întîlnesc cristale bine dezvoltate. *Macle*: plan de maclă (001), ax de maclă [310]. $H=3^1/_2-4^1/_2$; foiţele de clivaj se rup prin îndoire. $G=3-3,1$. *Culoare*: alb-perlat, cenuşiu, roz, gălbui. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos şi sidefos; *Clivaj*: (001) perfect. Figurile de percusiune şi apăsare la margarit ca şi la celelalte mice casante prezintă o poziţie inversă în comparaţie cu figurile similare care apar la micele propriu-zise.

Proprietăţi optice. $\alpha=1,630-1,638$, $\beta=1,642-1,648$, $\gamma=1,644-1,650$, $\Delta=0,012-0,014$, $2V_\alpha=40°-67°$; pleocroismul este practic absent.

Chimism şi structură. Structura cristalină este analoagă cu structura muscovitului, cu singura diferenţă că sarcina negativă totală a pachetelor de straturi este aici de două ori mai mare şi se compensează cu cationii bivalenţi (Ca^{2+}) care sînt de asemenea situaţi între pachete. Substituirea în straturile tetraedrice determină apariţia în anion a grupării $[Al_4Si_4]^4$ faţă de cea a muscovitului, care are forma $[Al_2Si_6]^4$. Ionul de Ca poate fi înlocuit în cantităţi mici prin Ba, Sr, (K), (Na). Introducerea între pachete a Na sau K are ca urmare înlocuirea unui O^{2-} prin OH^-. Proprietăţile optice variază în raport cu proporţia ionică Ca/(Ca+Na).

Ocurenţă. Se formează prin procese de metamorfism regional şi se întîlneşte în şisturi cristaline, de regulă în cele cloritice.

Apare în Tirol la Zillertal, în U.R.S.S. la Fakovaia, în Grecia în insula Naxos, în S.U.A. în Carolina de Nord, Pennsylvania şi Massachusetts.

CLINTONIT ŞI XANTOFILIT $Ca_2(Mg\ etc._{4,6}Al_{1,4})[Al_{5,5}Si_{2,5}O_{20}](OH)_4$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c = 0,577 : 1 : 2,133.

Dimensiunea celulei elementare:

— clintoniul: a_0=5,21; b_0=9,02; c_0=19,24 Å; β=95°. Z=2.

— xantofilitul: a_0=5,21—5,25; b_0=9,0—9.04; c_0=9,81—9,97 Å; β= =100°05′. Z=1.

Macle: plan de maclă (001), ax de maclă [310]. *Habitus*: similar margaritului. *Culoare*: galben, verde, roşu-brun. $H=3^1/_2$ || (001),6 ⊥(001). $G=3-3,1$.

Proprietăţi optice. $\alpha=1,643-1,648$, $\beta=1,655-1,662$, $\gamma=1,655-1,663$. $\Delta=0,012$; clintonit: $2V_\alpha \simeq 32°$; $\alpha \wedge c \simeq 5°$; xantofilit: $2V_\alpha=0°-23°$, $\alpha \wedge c \simeq 10°$.

Chimism şi structură. Dacă margaritul prin structură se apropie de muscovit avînd stratul octaedric de tip dioctaedric, clintonitul şi xantofilitul sînt prin structură mai apropiaţi de flogopit, avînd în pachetul anionic straturi trioctaedrice. În straturile tetraedrice raportul $[Al]^4$: Si este de 2 : 1. Echilibrarea sarcinilor se realizează prin substituiri de Ca prin K şi Na, iar Mg prin Al. X şi Y reprezintă în straturile octaedrice, valoarea 2 şi 6.

Tabelul 261

Analiza chimică a clintonitului[1] de pe valea Oraviţa

	1	Numărul ionilor în baza 24 (O, OH)	
SiO_2	18,40	Si	2,515 } 8,00
Al_2O_3	42,19	Al	5,485 }
Fe_2O_3	2,59	Al	1,320 } 5,35
FeO	0,46	Fe^{3+}	0,263 }
MnO	0,05	Fe^{2+}	0,049 }
MgO	18,21	Mg	3,715 }
CaO	12,02	Ca	1,760
TiO_2	—		
H_2O^+	6,23		

1) Clintonit în skarne apobanatitice, Oraviţa (Constantinescu Em., Popescu Gh., 1977).

Ocurenţă. Apar în skarne, ca rezultat al procesului de metasomatoză asupra calcarelor. În România, la Oraviţa şi Ciclova, clintonitul este asociat cu grossular şi vezuvian în skarne.

CLORITOID $Fe_4Al_4[Al_4Si_4O_{20}](OH)_8$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=1,725 : 1 : 3,314, $\beta=101°30'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,45$; $b_0=5,48$; $c_0=18,16$ Å. Z=8.

Habitus: cristale prismatice pseudohexagonale, agregate foioase sau agregate sferulitice. *Macle*: plan de maclă (001), ax de maclă [310]. $H=6^1/_2$. $G=3,26-3,57$. *Culoare*: galben, cu nuanţă verzuie, uneori verde-negricios. Este transparent numai în secţiuni subţiri. *Urmă*: albă, alb-verzuie. *Luciu*: sticlos, pe suprafeţele de clivaj uneori sidefos.

Proprietăţi optice. $\alpha=1,722$, $\beta=1,725$, $\gamma=1,728$, $\Delta=0,006$; pleocroismul caracteristic: α=verde-cenuşiu, incolor pînă la verzui-deschis, verde-măsliniu sau verde ca iarba; β=albastru ca ardezia, albastru-indigo, albastru sau verde-deschis; γ=galben-deschis, cafeniu-verzui-deschis, verde-gălbui sau galben-deschis.

Transformări: trece în muscovit şi pennin.

Ocurenţă. Se găseşte în şisturile cristaline produse în primele faze ale metamorfismului regional şi în unele zăcăminte metasomatice de contact.

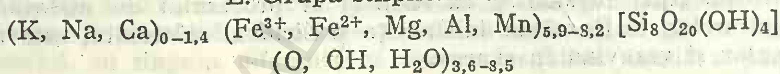
Analizele chimice ale cloritoidului de la Schela, România

Oxizi %	1	2	Numărul de ioni în baza 14 (O, OH) 1			2		
SiO_2	31,00	28,12	Si	2,59	2,59	2,43	2,43	
TiO_2	1,15	0,85	Al	3,00	3,00	3,00	3,00	Z
Al_2O_3	35,51	31,55	Al	0,493		0,217		
Fe_2O_3	12,95	15,99	Ti	0,072	1,00	0,055	1,00	Y
FeO	11,28	13,12	Fe‴	0,435		0,728		
MgO	1,81	3,00	Fe‴	0,352		0,280		
CaO	0,54	1,77	Mg	0,226		0,389		
MnO	0,39	0,41	Fe″	0,787	1,44	0,949	1,81	X
S	0,36	0,41	Mn	0,028		0,030		
H_2O^+	4,22	4,00	Ca	0,048		0,164		
			OH	2,35	2,35	2,31	2,31	
Total	99,21	99,22						

1. Cloritoid verde, triclinic, zona Rafailă; 2. Cloritoid negru, monoclinic, zona Viezuroiu (H u i c ă et al., 1975).

În România apare în complexe de șisturi cristaline (Tulgheș, M. Vulcan, Godeanu, Petreanu, Poiana Mărului, Ocna de Fier, M. Drocea, Camena) și în fracțiunea grea a unor aluviuni (valea Bistriței și valea Bistricioarei). Sub formă de baritofilit a fost descris în localitatea Cosoi—Brod în U.R.S.S., apoi în Alpi, în S.U.A. și în Canada.

E. Grupa stilpnomelanului



$$(K, Na, Ca)_{0-1,4}\ (Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mg, Al, Mn)_{5,9-8,2}\ [Si_8O_{20}(OH)_4]\ (O, OH, H_2O)_{3,6-8,5}$$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.
Relația axială: a : b : c=0,557 : 1 : 2,570; $\beta \simeq 93°$.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,40; b_0=9,42; c_0=12,14 Å (d_{001}). Z=1.

Habitus: lamelar. *Clivaj*: (001) perfect, (010) imperfect. *H*=3—4. *G*=2,59—2,96. *Culoare*: brun-auriu, roșu-brun, uneori negru. Culoarea poate fi diferită pentru unele varietăți: ferostilpnomelanul este verde; manganstilpnomelanul, galben; feristilpnomelanul, cafeniu pînă la negru. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. α=1,543—1,634, $\beta=\gamma$=1,576—1,745; Δ=0,030—0,110. $2V_\alpha \approx 0°$. Pleocroism accentuat, schema de pleocroism pentru diferite varietăți fiind următoarea:

	α	β și γ
Ferostilpnomelanul	galben-deschis	verde-închis
Manganstilpnomelanul	galben-deschis pînă la incolor	galben-verzui-închis
Feristilpnomelanul	galben-auriu-aprins	cafeniu-măsliniu-închis

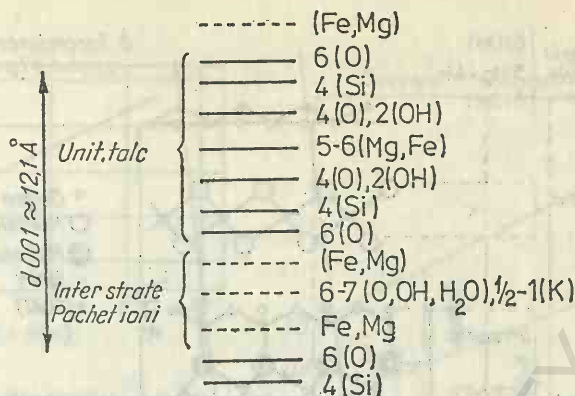


Fig. 208. Succesiunea planelor atomice în structura stilpnomelanului (după Gruner, 1944).

În funcție de conținutul în Fe^{3+}, Fe^{2+} (însumîndu-se și ceilalți cationi) valoarea constantelor optice crește pe măsură ce conținutul în Fe^{3+} este mai ridicat.

Chimism și structură. Aspectul structural este complex. Se recunosc pachetele structurale ale talcului, iar între acestea pachetele cu ioni de Mg și Fe în coordonare octaedrică, grosimea pachetului atingînd pentru d_{001} valoarea 12,1 Å. Succesiunea planelor structurale, după Gruner (1944), este reprodusă în figura 208.

Ocurență. Apare în minereuri de fier împreună cu magnetit, cuarț etc.; de asemenea se mai întîlnește în șisturi cristaline cu clorit, epidot, albit etc.

În România se găsește în zăcămintele de minereuri de fier și de mangan din șisturile cristaline (Ghelar, Delinești), în Carpații Orientali la Bălan, în cristalinul de Locva (Banat). Tot în șisturi cristaline apare în Suedia la Nordmark, în R. D. Germană la Sternberg, în R. F. Germania la Weilburg.

F. Grupa cloritelor $Y_6[Z_4O_{10}](OH)_8$

Mineralele din această grupă au structura straturilor asemănătoare mineralelor micacee. Denumirea decurge din cuvîntul cloros=verde, culoare caracteristică acestor minerale. Analizele structurale efectuate asupra cloritelor au arătat prezența stratului de tipul talcului $Y_6[Z_8O_{20}](OH)_4$ și a stratului brucitic $Y_6(OH)_{12}$ (fig. 209). Aceste pachete au parametrul $a_0=5,30$ Å, iar din suprapunerea lor rezultă valorile $a_0=5,3$; $b_0=9,2$ și $c_0=14,3$ Å, iar $\beta \simeq 97°$.

După modul cum sînt dispuse pachetele sînt recunoscute diferite modificații polimorfe ale cloritelor (monoclinice și ortohexagonale) a căror parametri sînt reprezentați în tabelul 263.

În straturile tetraedrice apar sub formă de cationi Si și Al, iar în pozițiile octaedrice sînt întîlniți cationii Fe^{2+}, Mg și Al, între Mg și Al apărînd substituiri în stratul brucitic și nu în complexul de tipul talcului. În modificațiile monoclinice pozițiile Mg, Al sînt uneori folosite de Fe; frecvente sînt înlocuirile

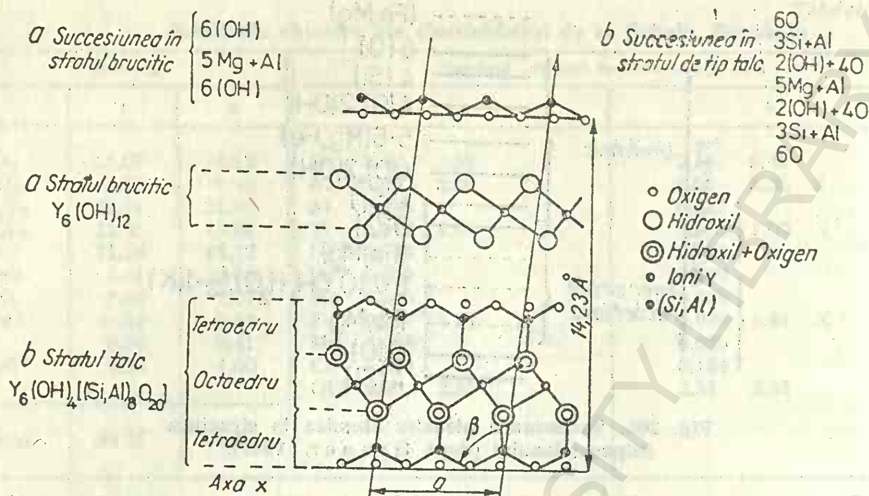


Fig. 209. Proiecţia structurii cloritelor pe (010) (după M. Murchy, 1934).

Al prin Si; Fe^{2+} prin Mn^{2+}, Fe^{3+}; Al prin Mg. Parametrii variază în funcţie de $(Fe^{3+}+Fe^{2+})$ şi Mn^2.

$$a = 5{,}320+0{,}008(Fe^{3+}+Fe^{2+})+0{,}0165\ Mn(\sigma=0{,}059)$$
$$b = 9{,}202+0{,}014\ (Fe^{3+}+Fe^{2+})+0{,}0235\ Mn\ (\sigma=0{,}015)$$
$$d_{001} = 13{,}925+0{,}115\ (Si-4)-0{,}025\ Fe^{3+}+0{,}025\ Mn.$$

Tabelul 263

Modificaţii polimorfe ale cloritelor (după Brindly şi col. 1950)

Caracteristici structurale	Sistemul triclinic	Sistemul monoclinic	Sistemul triclinic	Sistemul triclinic
a_0	5,3	5,3	5,3	9,2
b_0	9,2	9,2	9,2	5,3
c_0	14,3	14,3	28,6	42,6
β	97°6′	97°6′	97°6′	86°
Nr. straturilor pe celulă	1	1	2	3
Nr. straturilor în reţeaua dreaptă hexagonală a celulei	3	3	6	9
Simetria	$\bar{1}$	2/m	$\bar{1}$	$\bar{1}$

Din aceste relaţii se remarcă că a_0 şi b_0 descresc odată cu descreşterea substituirii fierului sau manganului prin magneziu şi descreşterea lor odată cu creşterea Fe^{3+}.

Mineralele cloritice au compoziţie ipotetică de forma $Mg_6[Si_8O_{20}](OH)_4+$ $+Mg_6[OH]_{12}$. Substituţia în stratul tetraedric de la $[Si_7Al]^4$ la $[Si_4Al_4]^4$. Mg din stratul brucitic este substituit de Al în proporţie: $(Mg_{11}Al)-(Mg_8Al_4)$. Înlocuirile Si cu Al în straturile tetraedrice sînt cauza principală a modificărilor balanţei electrostatice, reechilibrată prin substituiri între cationi — îndeosebi ale Al cu Mg. Se remarcă pentru raportul $Fe^{2+}/(Fe+Mg)$ valori de la zero la

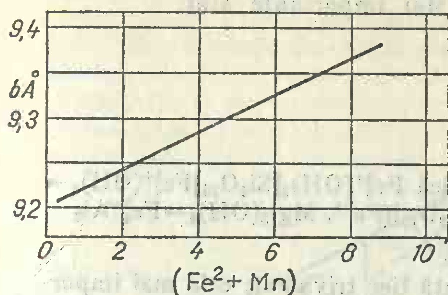


Fig. 210. Relaţia între dimensiunea parametrului b_0 şi (Fe^{2+}+Mn) (valoarea maximă Fe^2+Mn=12) (după S c h i r o z u, 1958).

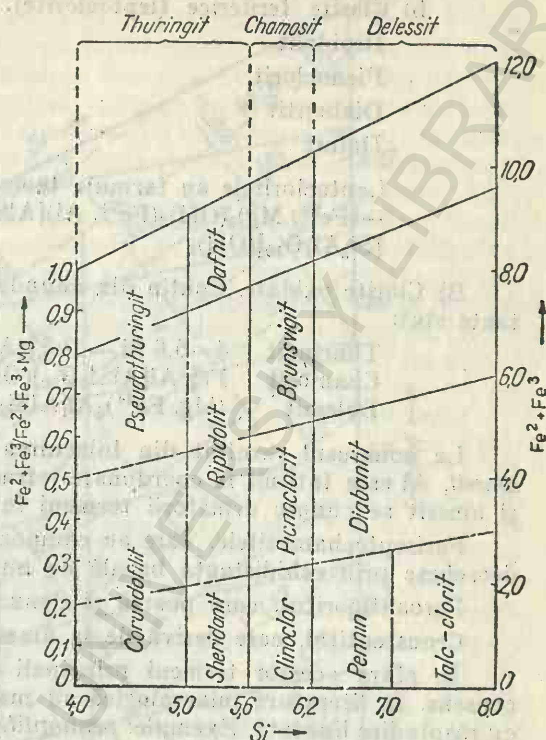


Fig. 211. Nomenclatura ortocloritelor şi cloritelor oxidate (după H e y, 1954).

unu. Nomenclatura adoptată la recomandarea lui Hey (1954) ca urmare a studiilor întreprinse de Tschermak (1890, 1891), Orcel (1926), Orcel şi col. (1950) este prezentată în fig. 211.

În chimismul cloritelor ca elemente minore în straturile octaedrice pot apare Mn, Cr, Ni, Ti. Urmărindu-se înlocuirile din straturile octaedrice, s-a dedus că formula seriei cloritelor rezultă din formula serpentinei $Mg_{12}[Si_8O_{20}](OH)_{16}$ şi a amesitului $(Mg_8Al_4)[(Al_4Si_4)O_{20}](OH)_{16}$. Termenul magnezian cu structura cloritelor nu se cunoaşte, un astfel de compus fiind de fapt antigoritul, care are o structură diferită şi nu apare ca termen al seriei cloritelor. Delimitarea diferiţilor termeni ai seriei cloritelor în schema prezentată este arbitrară.

A) Clorite neoxidate:

a) Clorite magneziene (ortoclorite). Pot conţine pînă la doi ioni fier; cele mai importante sînt:

Pennin	6,2–7 Si
Clinoclor	5,6–6,2 Si
Sheridanit	5–5,6 Si
Corundofilit	4–5 Si

Ortocloritele au formula teoretică: $Mg_3^{2+}(OH)_2[Si_4O_{10}]Mg_3(OH)_6 \rightarrow$ $\rightarrow (Mg, Fe^{2+})_2(OH)_2(Fe^{3+}, Al)[AlSi_3O_{10}](Mg, Fe^{3+})_3(OH)_6$.

b) Clorite feriferice (leptoclorite). Mai importante sînt:

Ripidolit
Picnoclorit
Diabantit
Dafnit

Leptocloritele au formula teoretică $Fe^{2+}_3(OH)_2[Si_4O_{10}]Fe^{2+}_3(OH)_6 \rightarrow (Fe^{2+}, Mg)_2(OH)_2(Fe^{3+}, Al)[AlSi_3O_{10}](Fe^{2+}, Mg)_3(OH)_6 \rightarrow Fe^{2+}_4Al_2[Si_2Al_2O_{10}](OH)_8$

B) Clorite oxidate. Conțin din abundență fier trivalent; cele mai importante sînt:

Thuringit	4–5,6 Si — $Fe^{2+}_{3,5}(Al, Fe^{3+})_{1,5}[Al_{1,5}Si_{2,5}O_{10}](OH)_6 \cdot n\ H_2O$
Chamosit	$Fe^{2+}_4Al[AlSi_3O_{10}](OH)_6 \cdot n\ H_2O$
Delessit	$(Mg, Fe^{2+})_4Al[AlSi_3O_{10}](OH)_6 \cdot n\ H_2O$

La compusul rezultat din înlocuirea Mg prin Al ($SiMg \rightleftarrows 2\ Al$), numit *amesit*, Al este întîlnit în coordonare tetraedrică și octaedrică. Între antigorit și amesit se cunosc următorii termeni intermediari:

Feriseptechamositele, care au compoziție similară cloritelor de care se deosebesc prin echidistanța bazală de numai 7 Å.

Feroantigoritul, care poartă și denumirea de *greenalit*.

Cronstedtitul, care derivă de la amesit.

În afara acestor termeni principali ai grupei cloritelor, separați prin consens, în literatura mineralogică au mai fost descrise o serie de varietăți cu răspîndire limitată. Exemple: *pennantit*, care este un thuringit bogat în Mn; *strigovit* — varietate bogată în Mn (39% MnO) situată din punct de vedere structural între chamosit și thuringit; *gonyerit* — varietate cu Mn, Mg și Fe, lipsită de Al; *mackensit* — varietate feriferă lipsită de Al; *minguetit* — varietate fero-ferică; *klementit* — varietate de thuringit bogată în Mg; *griffitit* — varietate de Mg, Fe, Ca, care conține cantități variabile de H_2O; *cookeit* — varietate de Li și Al; *manandonit* — varietate de Li și Al care conține și B; *vöttisit* — varietate de pennin cu Ni; *schuchardit*, care conține Ni, Mg, Al; *komarit* și *rewdanskit*, care conțin, pe lîngă Ni, Mg și Al, cantități variabile de Fe; *grochanit* — clinoclor bogat în Fe; *kociubeit* — varietate de clinoclor cu Cr; *kammererit* — varietate de pennin în care Al este înlocuit prin Cr ($Cr_2O_3 = 5\%$); *leuchtenbergit* — varietate de clinoclor săracă în Fe; *brunsvigit*, un proclorit cu Fe, Mg, Al.

Cauza principală a modificărilor proprietăților optice ale cloritelor neoxidate prezentate în figura 212 este variația conținutului în Si și Fe total.

Din proprietățile fizice ale cloritelor cel mai caracteristic este faptul că deși foițele subțiri care se desfac sînt ușor flexibile ele nu sînt însă elastice (rămîn în poziție îndoită). Această particularitate este legată de particularitățile structurii lor cristaline.

Ortocloritele sînt foarte răspîndite în natură, ele se formează mai ales în condițiile activității hidrotermale de temperatură joasă, îndeosebi prin metamorfozarea rocilor care conțin silicați feriferi și alumomagnezieni.

Leptocloritele sînt răspîndite mai ales în zăcămintele sedimentare de minereuri de fier, constituind un facies special al minereurilor de silicați de

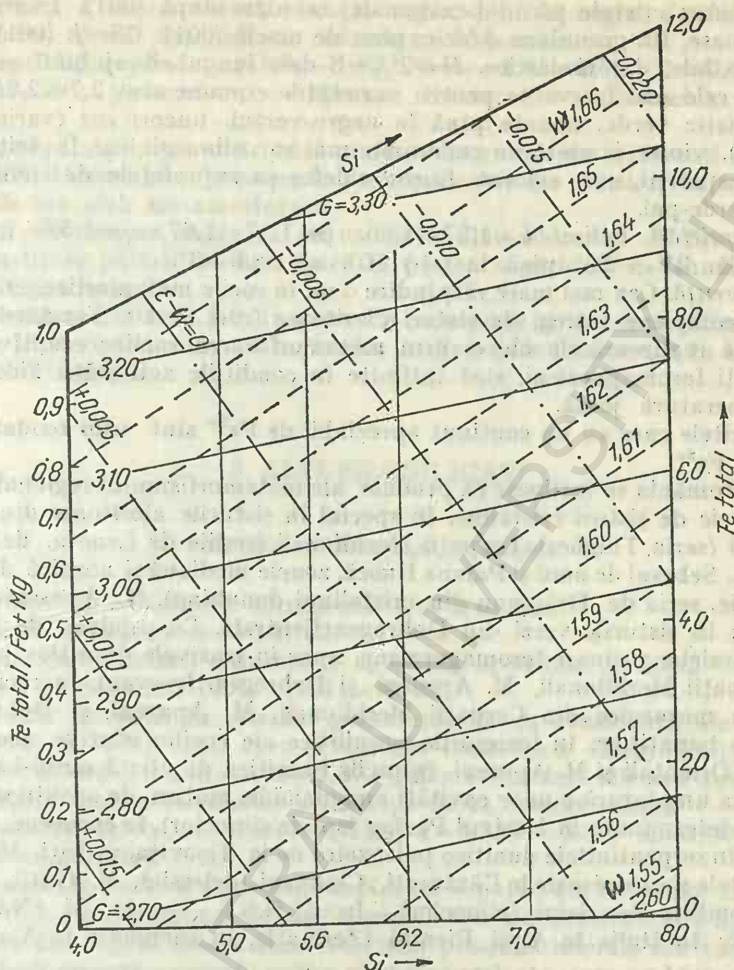


Fig. 212. Variația indicelui de refracție (ω), birefringenței (ε—ω) și greutății specifice în raport cu constituția chimică la ortoclorite. Pentru cloritele oxidate ω și G sînt mai ridicate și ε—ω este mai scăzută în raport cu procentajul de Fe_2O_3. Variațiile limitelor ortocloritelor au fost prezentate în fig. nr. 211 (după H e y, 1954).

fier, care conform datelor geologice s-au format în sedimente marine bogate în Fe, în condițiile unui mediu sărac în oxigen.

Cloritele oxidate sînt prezente în unele zăcăminte sedimentare slab metamorfozate de minereuri de fier din zonele litorale ale mărilor.

Seria cloritelor neoxidate

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m (forme triclinice).
Relația axială: a : b : c=0,58 : 1 : 1,53; β=97°.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,30; b_0=9,20; c_0=14,3 Å. Z=1.

Habitus: cristale pseudohexagonale, tabulare după (001), frecvent agregate foioase, fin-granulare. *Macle*: plan de maclă (001). *Clivaj*: (001) perfect, foițe flexibile, dar neelastice. $H=2^1/_2-3$ de-a lungul clivajului. $G=2,6-3,3$; valorile cele mai frecvente pentru varietățile comune sînt 2,7–2,9. *Culoare*: caracteristic verde, nuanțe pînă la negru-verzui, uneori roz (varietățile cu mangan), violet (varietățile cu crom), mai rar alb-argintiu. În foițe subțiri este transparent, ușor colorat. *Luciu*: sidefos pe suprafețele de clivaj. *Urmă*: albă, verde-pal.

Proprietăți optice. $\alpha=1,57-1,66$, $\beta=1,57-1,67$, $\gamma=1,57-1,67$, $\Delta=0-0,01$. $2V_\alpha=20°$ pînă la (+) 60°. $\alpha \wedge c \simeq 0-3°$.

Ocurență. Cea mai mare răspîndire o au în rocile metamorfice, constituind deseori complexe întregi de șisturi cloritoase (roci verzi). Formarea acestor șisturi se realizează de obicei prin metamorfozarea rocilor eruptive bogate în silicați feromagnezieni: sînt întîlnite în condițiile activității hidrotermale de temperatură joasă.

Cloritele care au un conținut apreciabil de Fe^{2+} sînt ușor oxidate cu trecerea la Fe^{3+}.

În România se întîlnesc ca produse ale metamorfismului regional epizonal în masivele de șisturi cristaline, în special în șisturile cloritoase din Carpații Orientali (seria Tulgheș), Carpații Meridionali (seriile de Leaota, de Făgăraș, de Miniș, Sebeșul de nord și Poiana Ruscă, zonele mediană și nordică din cristalinul getic, seria de Drăgșanu din cristalinul danubian), M. Apuseni (seria de Biharia); în șisturile verzi din Dobrogea Centrală. Ca produse de hidratare ale mineralelor primare feromagneziene, apar în masivele granitice paleozoice din Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, frecvent în rocile bazice ofiolitice mezozoice din Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, în corpurile banatitice, în faciesurile propilitice ale rocilor efuzive neogene din Carpații Orientali și M. Apuseni, în rocile bazaltice de vîrstă mezo-kainozoică, adesea ca umplutură a unor cavități amigdaloide, alături de zeoliți sau calcit. Au fost determinate în Masivul Parîng (specia clinoclor), în corneene, în M. Almăjului în serpentinitele dunitice paleozoice de la Tișovița, v. Iuți, M. Drocea, în bazaltele mezozoice de la Căzănești, Ciungani (delessit), M. Gutîi, în andezitul propilitic de Seini (clinoclor). În U.R.S.S. — în M. Naziam, la Bajenoro; în Italia în Alpii Pienini (Zermatt), în Piemonte la Alatal.

Seria cloritelor oxidate

Sînt cuprinși termeni cu conținuturi remarcabile în fier trivalent și a căror structură se caracterizează printr-o grosime a pachetului de 7 Å. În straturile tetraedrice sînt caracteristice formele $(Al, Si)_2O_5$ între care se plasează stratul brucitic (trioctaedric). În general, Si este substituit în cantități mici prin Al, în timp ce substituirile Mg prin (Fe^{2+}) se petrec în limite largi.

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relația axială: $a : b : c = 0,580 : 1 : 0,748$; $\beta \simeq 97°$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=5,48$; $b_0=9,45$; $c_0=7,08$ Å. $Z=1$.

Habitus: concrețiuni oolitice cu structură concentrică zonară, sub formă de ciment al granulelor de nisip, mase compacte criptocristaline sau pămîntoase. $H=2-3$. $G=3,0-3,4$. *Macle*: plan de maclă (001), ax de maclă [310].

Clivaj: (001). *Culoare*: verzui, cenușiu-închis pînă la negru. *Luciu*: mat sau ușor sticlos. *Urmă*: deschisă, de culoare verde-cenușie.

Proprietăți optice. $\alpha=1,60-1,67$, $\beta=\gamma=1,61-1,69$. $\Delta=0,00-0,020$. $2V_{\alpha}=0°-20°$; pleocroism; α=aproape incolor, β=verde-închis, γ=verde-închis.

Ocurență. Apar în unele zăcăminte sedimentare de minereuri de fier de vîrstă diferită mai ales jurasice, în zonele litorale ale mărilor; în unele zăcăminte de fier slab metamorfozate.

Prin alterare se oxidează cu ușurință dînd hidroxizi de fier (limonit), care constituie pălării de fier tipice la partea superioară a acumulărilor de chamosit și thuringit.

Se întîlnesc în U.R.S.S. în depozite paleozoice și mezozoice din Caucazul de nord, în R. S. Cehoslovacă la Naučic, în Franța la Chamoson; în R. D. Germană în Thuringia.

3. ALȚI FILOSILICAȚI

APOFILIT $KCa_4[Si_8O_{20}]F \cdot 8\,H_2O$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,752.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,00$, $c_0=15,84$ Å. Z=2.

Forme și unghiuri: (001) $\wedge$ (101)=60°25′.

Habitus: frecvent în cristale granulare sau cu combinații ale formelor (110), (101) și (001) cînd apar și aspecte izometrice. *Clivaj*: (001) perfect, (110) slab. $H=4^1/_2-5$. $G=2,33-2,37$. *Culoare*: incolor, alb sau colorat prin impurități. *Urmă*: albă. *Luciu*: sidefos pe (001), uneori sticlos.

Proprietăți optice. $\omega=1,534-1,535$, $\varepsilon=1,535-1,537$; $\Delta=0,002$, uniax pozitiv (rar negativ).

Chimism. K poate fi înlocuit prin Na, iar o parte din F^- poate fi înlocuit prin OH^-. La temperatura de 250°C pierde 1/2 din cantitatea de apă pe care o conține. De regulă este uniax. Acțiunea presiunii laterale sau variațiile de temperatură creează anomalii optice cînd sînt sesizate sectoare biaxe. Varietatea de apofilit cu mult F^- este negativă și are o refringență mică.

Ocurență. Se întîlnește ca depuneri în cavitățile rocilor bazaltice sau în alte roci apropiate, asociat cu zeoliți, de care se deosebește prin refringența mai mare.

În România este citat ca produs de transformare a wollastonitului. În alte țări apare la Poona — India; Fiuko — Suedia; Bergen-Hill (New Jersey) și New Almeden (California) — S.U.A.

PREHNIT $Ca_2Al_2[Si_3O_{10}/(OH)_2]$

Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2.

Relația axială: a : b : c=0,842 : 1 : 1,127.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=4,65$; $b_0=5,52$; $c_0=18,53$. Z=2.

Habitus: de obicei scurt-prismatic sau tabular, paralel cu (001), frecvent în mase granulare compacte, mase reniforme compacte, cu structură radiară,

fibroasă. *Clivaj*: (001) bun. $H=6-6^1/_2$. $G=2,8-3,0$. *Culoare*: incolor sau alb, cenușiu, verde-cenușiu, galben-verzui. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. $\alpha=1,616$, $\beta=1,626$, $\gamma=1,648$. $\Delta=0,022-0,035$. $2V\gamma=65°-69°$.

Ocurență. Se găsește destul de frecvent în roci bazice metamorfozate hidrotermal, apărînd în majoritatea cazurilor pe seama plagioclazilor bazici. Se întîlnește în geode mici și pe crăpăturile acelorași roci sub formă de mase stalactitice radiar-fibroase, în asociație cu zeoliți, calcit și epidot.

În România se întîlnește ca produs al metamorfismului hidrotermal în șisturi cristaline (Masivul Făgăraș, M. Sebeș) și în roci legate de magmatismul mezozoic (M. Făgăraș, Vulcan) sau neogen (Țibleș, Gura Haitii și Săliște).

Interesante sînt aparițiile de prehnit în U.R.S.S. (în Iacuția, Urali, Caucaz, Transcaucazia, Crimeea etc.), în Franța la Bariges (Pirinei), în Italia la Montecatini, în S.U.A. la Paterson și Bergen-Hill (statul New Jersey).

VII. SILICAȚI CU REȚELE TRIDIMENSIONALE CONTINUI DE TETRAEDRI (Al, Si) O_4 ÎN STRUCTURILE CRISTALINE — TECTOSILICAȚI

Silicații, care se caracterizează printr-o structură tridimensională a tetraedrilor de $(Al, Si)O_4$, sînt minerale cu o răspîndire și o importanță mare în litosferă. Frecvența cea mai ridicată o prezintă mineralele feldspatice, care sînt prezente în cele mai variate roci magmatice (acide, alcaline, intermediare, bazice etc.), metamorfice și sedimentare, constituind cca 50% din scoarța terestră; ponderea de participare a acestora este de 60% în rocile eruptive, 30% în rocile metamorfice și cca 10% în rocile sedimentare.

Structura fundamentală se caracterizează printr-o rețea spațială de tetraedri SiO_4 la care 1/4 pînă la 1/2 atomi de siliciu sînt înlocuiți prin aluminiu trivalent. Sînt de fapt compuși de tip alumosilicați, la care se stabilesc proporții stoechiometrice Si : Al egale cu 3 : 1 sau 1 : 1, adică anioni complecși de tipul $[AlSi_3O_8]^-$, $[AlSiO_4]^-$, $[AlSi_2O_6]^{2-}$ sau de tipul $[Al_2Si_2O_8]^{2-}$ etc. Raportul (Si+Al) : O în acești anioni este de 1 : 2. Prin structura lor, mineralele din această clasă se apropie mai mult de mineralele din grupa cuarțului (cuarț, tridimit, cristobalit), unde tetraedrii sînt legați între ei prin oxigeni comuni la toate mineralele; totuși formele și structura rețelelor diferă de la compus la compus. Cationii care ocupă golurile din rețea sînt ioni cu raze mari și cu număr de coordonare mare ca Na^+, Ca^{2+}, Ba^{2+}, K^+ și mai rar Rb^+ și Cs^+. Cationii de dimensiuni mici și coordonare octaedrică ca Mg^{2+}, Fe^{2+}, Al^{3+}, Fe^{3+}, lipsesc aproape complet din acești compuși.

Un interes deosebit îl prezintă mineralele care au structuri de întrepătrundere la care, pe lîngă structura reticulară tetraedrică, apare și rețeaua cu anioni suplimentari de F^-, Cl^-, $(OH)^-$, $(SO_4)^{2-}$, $(CO_3)^{2-}$ etc., care sînt legați direct de Si^{4+} sau Al^{3+}, intrînd în compoziția tetraedrilor sau sînt legați independent de cationii alcalini și alcalino-teroși Na^+, Ba^{2+}, K^+, Ca^{2+} etc.

O particularitate a compoziției o arată mineralele cunoscute sub numele de *zeoliți* în compoziția cărora intră și molecule de H_2O, reținute slab. La hidratare, la deshidratare sau la reținerea unor substanțe organice (de ex. alcool) structurile cristaline ale acestor minerale nu se modifică. Această

Clasificarea mineralelor cu structuri spațiate

GRUPA FELDSPAȚILOR

Feldspați alcalini (K, Na)$[AlSi_3O_8]$ sau WZ_4O_8
- Sanidină $K[AlSi_3O_8]$
- Ortoză $K[AlSi_3O_8]$
- Microclin $K[AlSi_3O_8]$
- Adular $K[AlSi_3O_8]$
- Albit $Na[AlSi_3O_8]$
- Anortoză (K, Na)$[AlSi_3O_8]$

Feldspați plagioclazi $Na[AlSi_3O_8]-Ca[Al_2Si_2O_8]$
- Albit $Ab_{100}An_0-Ab_{90}An_{10}$ $Ab=Na[AlSi_3O_8]$
- Oligoclaz $Ab_{90}An_{10}-Ab_{70}An_{30}$
- Andezin $Ab_{70}An_{30}-Ab_{50}An_{50}$
- Labradorit $Ab_{50}An_{50}-Ab_{30}An_{70}$
- Bytownit $Ab_{30}An_{70}-Ab_{10}An_{90}$
- Anortit $Ab_{10}An_{90}-Ab_0An_{100}$ $An=Ca[Al_2Si_2O_8]$

Feldspați cu bariu $W[Z_4O_8]$
- Celsian $Ba[Al_2Si_2O_8]$
- Paracelsian $Ba[Al_2Si_2O_8]$
- Hyalofan $BaK_2[Al_4Si_4O_{16}]$
- Banalsit $BaNa_2[Al_4Si_4O_{16}]$

Alte minerale
- Danburit $Ca[B_2Si_2O_8]$

GRUPA FELDSPATOIZILOR

- Nefelin $Na_3K[Al_4Si_4O_{16}]$
- Kalsilit $K[AlSiO_4]$
- Petalit $Li[AlSi_4O_{10}]$
- Leucit $K[AlSi_2O_6]$
- Analcit (=Analcim) $Na[AlSi_2O_6]\cdot H_2O$
- Pollucit $Cs[AlSi_2O_6]\cdot 1/2\ H_2O$
- Sodalit $Na_8[Al_6Si_6O_{24}]Cl_2$
- Nosean $Na_8[Al_6Si_6O_{24}]SO_4$
- Haüyn $(Na, Ca)_{4-8}[Al_6Si_6O_{24}](SO_4, S)_{1-2}$
- Lazurit $(Ca, Na)_8[Al_6Si_6O_{24}](SO_4, S_2, Cl)_{1-2}$
- Helvit $(Mn, Fe, Zn)_8[Be\ Si\ O_4]_6\ S_2$
- Danalit $Fe_8[Be\ Si\ O_4]_6S_2$
- Genthelvit $Zn_8[Be\ Si\ O_4]_6\ S_2$
- Cancrinit $(Na, Ca)_{7-8}[Al_6Si_6O_{24}](CO_3, SO_4, Cl)_{1.5-2.0}\cdot 1-5\ H_2O$
- Vishnevit $(Na, Ca, K)_{6-7}[Al_6Si_6O_{24}](SO_4, CO_3, Cl)_{1.0-1.5}\cdot 1-5\ H_2O$

GRUPA SCAPOLITULUI
- Scapolit $(Na, Ca, K)_4[Al_3(Al, Si)_3Si_6O_{24}](Cl, F, OH, CO_3, SO_4)$

GRUPA ZEOLIȚILOR $W_mZ_rO_{2r}\cdot s\ H_2O$

- Natrolit $Na_2[Al_2Si_3O_{10}]\cdot 2\ H_2O$
- Mezolit $Na_2Ca_2[Al_2Si_3O_{10}]_3\cdot 8\ H_2O$
- Scolecit $Ca[Al_2Si_3O_{10}]\cdot 3\ H_2O$

Thomsonit $NaCa_2[(Al, Si)_5O_{10}]_2 \cdot 6\,H_2O$
Gonnardit $Na_2Ca[(Al, Si)_5O_{10}]_2 \cdot 6\,H_2O$
Edingtonit $Ba[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 4\,H_2O$
Heulandit $(Ca, Na_2)[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 6\,H_2O$
Stilbit $(Ca, Na_2, K_2)[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 7\,H_2O$
Epistilbit $Ca[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 5\,H_2O$
Dachiardit $(Ca, Na_2, K_2)_3[Al_4Si_{18}O_{45}] \cdot 14\,H_2O$
Ferierit $(Na, K)_4Mg_2[Al_6Si_{30}O_{72}](OH)_2 \cdot 18\,H_2O$
Philipsit $(1/2\,Ca, Na, K)_3[Al_3Si_5O_{16}] \cdot 6\,H_2O$
Harmotom $Ba[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 6\,H_2O$
Chabasit $Ca[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6\,H_2O$
Gmelinit $(Na_2, Ca)[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6\,H_2O$
Levynit $Ca[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6\,H_2O$
Erionit $(Na_2, K_2, Ca, Mg)_{4,5}[Al_9Si_{27}O_{72}] \cdot 27\,H_2O$
Faujasit $(Na_2Ca)_{1,75}[Al_{3,5}Si_{8,5}O_{24}] \cdot 16\,H_2O$
Laumontit $Ca[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 4-3^1/_2H_2O$
Mordenit $(Na_2, K_2, Ca)[Al_2Si_{10}O_{24}] \cdot 7\,H_2O$
Gismondit $Ca[Al_2Si_2O_8] \cdot 4\,H_2O$
Ascheroftin $K, Na, Ca[Al_4Si_5O_{18}] \cdot 8\,H_2O$
GRUPA MINERALELOR SiO_2
Cuarț SiO_2
Calcedonie SiO_2
Tridimit SiO_2
Cristobalit SiO_2
Coesit SiO_2
Opal $SiO_2 \cdot nH_2O$
Stishovit SiO_2
Lechatelierit SiO_2

situație este determinată de existența unor canale care apar în structura acestor tectosilicați și în interiorul cărora sînt prezente atît moleculele de apă cît și alte tipuri de particule, care sînt relativ libere de a se deplasa. Această particularitate explică posibilitatea existenței unei proprietăți caracteristice mineralelor zeolitice, „proprietatea de schimb cationic". Na^+ se poate astfel substitui prin ioni de Ag^+, Li^+, NH_4^+, care se găsesc în soluțiile care vin în contact cu mineralele, fenomen care se petrece fără modificarea structurii reticulare.

Structura tectosilicaților impune anumite proprietăți pentru aceștia. În primul rînd au o culoare deschisă (cationii cromofori cu coordonare octaedrică nu intră în componența acestor minerale), indicii de refracție și greutățile specifice sînt, în general, mici, ceea ce concordă cu volumul mare al rețelelor cristaline. Înlocuirea cationilor monovalenți prin cationi bivalenți determină o creștere a indicilor de refracție și a birefringenței simultan cu reducerea rețelei cristaline.

A. Grupa mineralelor feldspatice WZ_4O_8

Complexitatea chimică, structurală și proprietățile acestor minerale permit separarea în cadrul acestei grupe a unor subgrupe de minerale cu însușiri fizice și chimice distincte.

Majoritatea feldspaților pot fi clasificați din punct de vedere chimic după sistemul ternar ortoză—albit—anortit (fig. 213). Termenii seriei ortoză—albit sînt numiți feldspați alcalini, iar cei din seria albit—anortit sînt numiți feldspați plagioclazi. Feldspații alcalini pot conține pînă la 5—10% molecule

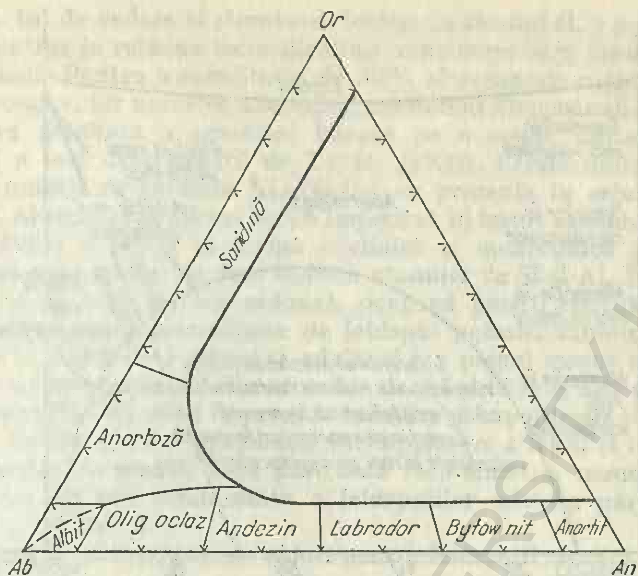


Fig. 213. Sistemul Or—Ab—An la temperatură înaltă.

de anortit în soluție solidă, iar feldspații plagioclazi pot conține pînă la 5—10% molecule de ortoză în soluție solidă. Această înglobare a anortitului se produce îndeosebi în domeniul albitului și la fel includerea moleculei de ortoză se face în domeniul albitului.

Feldspatul potasic $K[AlSi_3O_8]$ poate exista în mai multe stări structurale în funcție de condițiile de geneză. La temperaturi ridicate cristalizează sanidinele cu structură monoclinică și distribuție Al/Si dezordonată, iar la temperaturi mai scăzute cristalizează ortoza, care are de asemenea o structură monoclinică, dar distribuția Al/Si, parțial, ordonată.

Feldspatul potasic care se formează la temperaturile cele mai joase este microclinul. Acesta este triclinic cu distribuția Al/Si ordonată. Triclinicitatea prezintă variații în funcție de temperatura la care s-a format; astfel, microclinul cu triclinicitatea maximă este numit microclin maxim și este format la temperaturile cele mai joase. Microclinul cu triclinicitate intermediară este numit microclin mediu. Între microclinul cu triclinicitatea cea mai redusă (cu o structură apropiată de simetria monoclinică) și ortoclaz nu există o limită netă.

Adularul este un feldspat potasic care se distinge mai mult prin habitus decît prin caracteristici structurale.

Albitul $Na[AlSi_3O_8]$ este termenul pur sodic și prezintă varietăți structurale în funcție de temperatura de formare, separîndu-se termenii: albit de temperatură joasă, albit de temperatură intermediară, albit de temperatură înaltă. Termenul de albit de temperatură înaltă este sinonim cu cel de *analbit*. Albitele au o simetrie triclinică, dar la temperaturi înalte există tendința de a se realiza o simetrie monoclinică, la termenul *monalbit* sau *barbierit*.

Periclinul este o varietate de albit care, la fel ca și adularul, nu se distinge printr-o structură specială, ci mai mult prin habitusul alungit după axa *b*.

Cleavelanditul este o varietate de albit cu habitus lamelar și apare ca agregate deschise în evantai, în filoane pegmatitice.

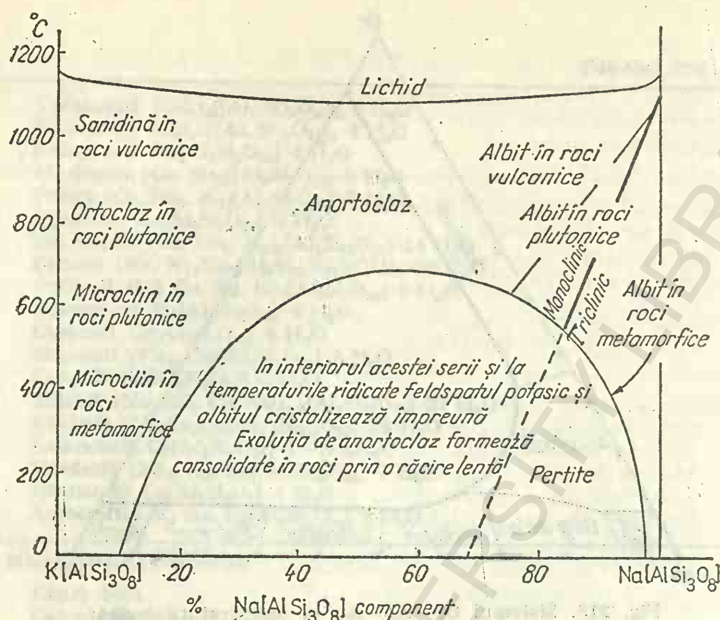


Fig. 214. Diagrama de stabilitate între feldspații alcalini la diferite temperaturi.

Feldspații alcalini prezintă patru serii izomorfe stabile în anumite condiții de temperatură:

1. Albit de temperatură ridicată — sanidină de temperatură ridicată.
2. Albit de temperatură ridicată — sanidină de temperatură joasă.
3. Albit de temperatură joasă — ortoză.
4. Albit de temperatură joasă — microclin.

Seria *albit de temperatură ridicată — sanidină de temperatură ridicată* reprezintă o soluție solidă continuă dar în interiorul ei există o trecere de la simetria triclinică (albit$_{100}$—albit$_{65}$) la cea monoclinică (albit$_{63}$—albit$_{0}$). Termenii triclinici ai acestei serii sînt numiți *anortoze* și reprezintă seriile de la sanidină bogată în sodiu la sanidină bogată în potasiu.

În seria a doua, *albit de temperatură ridicată — sanidină de temperatură joasă*, soluția solidă este limitată la extreme, iar termenii compoziției intermediare constau din două faze separate la scară submicroscopică (sanidină criptopertitică, Tröger 1969). Această serie se împarte după conținutul de albit$_{63}$ în anortoză, anortoză criptopertitică și sanidină criptopertitică și sanidină.

În seriile de temperatură joasă, *albit de temperatură joasă — ortoză* și *albit de temperatură joasă — microclin*, soluția solidă este mai limitată, iar separația pe faze poate fi observată la microscop. Concreșterile sînt denumite ortoză sau microclin—micropertite cu numeroasele lor varietăți „filonpertite", „fadenpertite", „platenpertite".

Dacă prezența pertitelor poate fi vizibilă cu ochiul liber acestea sînt numite *macropertite* și prezintă de asemenea varietăți: „aderpertite", letzpertite", „fleekenpertite" etc.

Cînd dezamestecul are loc în condițiile unei predominanțe cantitative a componenței albitice se formează *antipertitele* respective.

Din punctul de vedere al structurii, feldspaţii alcalini (L o e v i n s t e i n, 1954) pot conţine în reţeaua tectosilicaţilor maximum 50% aluminiu care înlocuieşte siliciul. Pentru o substituţie de 50% alternanţele riguroase de Si cu Al devin necesare, iar unitatea anortitică are dublul dimensiunii celei albitice.

Structura detaliată a sanidinei bazată pe o celulă unitate conţinînd 4 $K[AlSi_3O_8]$ a fost determinată de Taylor (1933). Celula unitate a ortozei conţinînd 4 unităţi cu formula $K[AlSi_3O_8]$ va prezenta în celulă 4 K, 4 Al, 12 Si şi 32 O. Aluminiul şi siliciul ocupă împreună 16 locuri atomice echivalente.

Barth (1934) a dedus că forma triclinică şi monoclinică a feldspaţilor potasici diferă prin modul de distribuire a atomilor de Si şi Al. În microclinul triclinic, Al şi Si sînt dispuşi ordonat, ocupînd poziţii reticulare distincte. În formele propriu-zise monoclinice de feldspat potasic, sanidina (cu planul axelor optice în planul de simetrie) şi adularul (cu planul axelor optice normal la planul de simetrie), distribuţia atomilor de Al şi Si este mai mult sau mai puţin dezordonată. Cele două forme sînt înrudite prin politrofie şi trec gradat una în alta. Sanidina are o distribuţie întîmplătoare a Al/Si şi adularul are o distribuţie parţial ordonată, care păstrează încă simetria monoclinică.

Celula unitate sau semiunitate a feldspaţilor este un paralelipiped cu volumul de circa 700 Å.

Taylor (1962) dă următoarele valori pentru feldspaţii alcalini (tabelul 265).

Tabelul 265

Constantele structurale ale feldspaţilor alcalini (după Taylor, 1962)

	a_0 în Å	b_0 în Å	c_0 în Å	α	β	γ
Sanidină	8,5642	13,0300	7,1749	90°	115°59,6′	90°
Ortoză	8,5616	12,9962	7,1934	90°	116°0,9′	90°
Microclin intermediar	8,5784	12,9600	7,2112	90°18′	115°58′	89°7$^1/_2$′
Microclin maxim	8,5740	12,9810	7,2220	90°41′	115°59′	87°30′
Albit de temperatură ridicată	8,1490	12,8800	7,1060	93°22′	116°18′	90°17′
Albit de temperatură joasă	8,1390	12,7890	7,1560	94°20′	116°34′	87°39′

Ionii de oxigen înconjoară tetraedric fiecare Si şi Al. Distanţa de la aceşti cationi la fiecare din cei 4 ioni de oxigen înconjurători, în cazul sanidinei are valoarea 1,645 Å, distanţa ideală fiind de 1,610 pentru Si—O şi 1,750 Å pentru Si—Al. Trebuie remarcat că distanţa 1,645 Å pentru sanidină corespunde raportului Si : Al de 3 : 1.

Cavităţile interstiţiale formate între şirurile Si—Al—O în reţeaua feldspatică sînt ocupate de cationi mari K^+, Na^+, Ca^{2+}, cu razele ionice 1,42, 0,97, 0,99 Å. Dimensiunea mare a ionului măreşte reţeaua, care creşte în special în direcţia „a". (Ba, un alt cation cu raza ionică mare —1,43 Å, produce acelaşi efect). Aceste reţele spaţiale cu cationi mari tind să realizeze simetria monoclinică.

Modelul structural al albitului triclinic este similar cu acela al feldspatului potasic, dar reţeaua este uşor deranjată datorită slabei deplasări a şirurilor de tetraedri în jurul ionilor mai mari de Na. Cele două clivaje perfecte la 90° sau aproape de 90° sînt în concordanţă cu structura tridimensională a reţelei spaţiale.

Din topologia rețelei cristaline pot fi deduse diversele legi de maclare. Condiția esențială pentru formarea maclelor (fig. 425) este continuitatea rețelei prin planul de maclare.

Macla Manebach: planul de maclare (001);

Macla Carlsbad: planul de maclare (010);

Macla Baveno: planul de maclare (021).

Din punct de vedere chimic feldspații alcalini sînt alumo-silicați corespunzători sistemului binar $K[AlSi_3O_8]-Na[AlSi_3O_8]$. În mod normal conțin cca 5% $Ca[Al_2Si_2O_8]$ și anume cantități mai mici în ortoză și mai mari în albit. În rețeaua cristalină a feldspatului alcalin pot avea loc în anumite condiții fizico-chimice, în limita izomorfismului, unele substituții care includ ioni de Ba, Ti, Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mg, Sr, Pb, rar Mn, precum și unele elemente rare, ca Li, Rb, Cs, Tl, B.

Tabelul 266

Ionii care pot apărea în feldspații alcalini și ionul care poate fi substituit

Ionul	Raza	Ionul substituit
K	1,42	
Na	0,97	
Al	0,99	
Si	0,40	
Ba	1,43	K
Ti	0,63	Al
Fe^{3+}	0,63	Al
Fe^{2+}	0,72	Na
Mg	0,66	Na
Ca	0,99	Na
Sr	1,16	K
Mn^{2+}	0,74	Na
Li	0,68	Na
Rb	1,57	K
Cs	1,82	K

Datele analitice au arătat că feldspații alcalini prezintă oscilații în ceea ce privește compoziția chimică. Formula feldspaților alcalini este de tipul $(K, Na, Ca)_4[(Si, Al)_{16}O_{32}]$, grupul (K, Na, Ca) avînd valoarea reală 3,9.

M. Roubault (1958) a obținut următoarea variabilitate în compoziția chimică:

SiO_2 . . . 57,15–66,68%

Al_2O_3 . . . 18,58–20,65%

K_2O . . . 7,62–12,72%

Na_2O . . . 1,17– 3,08%

În ortoză și microclin proporția de TiO_2 este în general scăzută; Fe_2O_3 poate fi prezent în cantități apreciabile (0,5%), atît ca impurități cît și ca material eliberat din rețeaua cristalină în timpul răcirii, apărînd mai ales pe suprafețele de clivaje. Unele microcline din pegmatite conțin cantități însemnate de Rb_2O (0,53–0,33%). Sanidina și anortoza datorită temperaturii ridicate de formare conțin cantități mari de ioni străini: TiO_2 pînă la 0,1%;

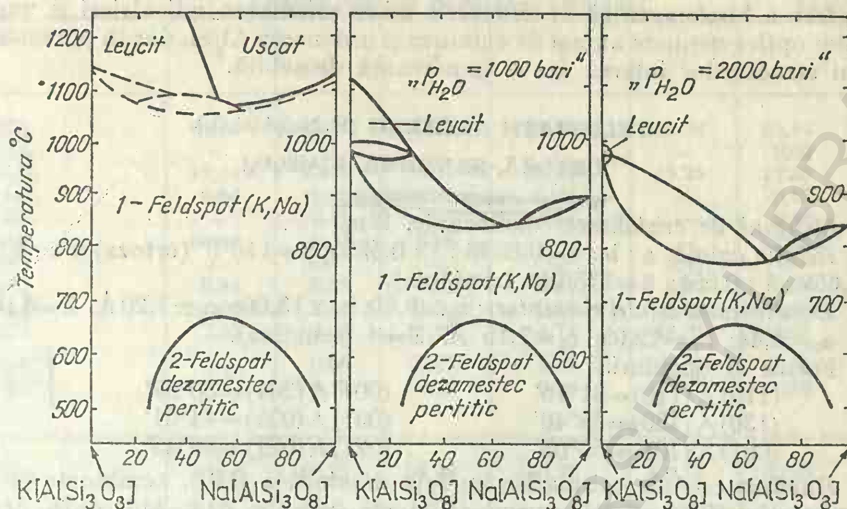


Fig. 215. Diagrame de echilibru Or—Ab, la diferite presiuni.

Fe_2O_3 — 0,04—0,40%; MgO — urme; Ba de la 0,12 pînă la 1,31%; SrO — urme etc. Adularul ce se formează în filoane alpine conține cantități neglijabile de elemente rare, iar BaO atinge valori de 1%.

Rezultatele cercetărilor experimentale în ceea ce privește echilibrul izobar al sistemului $K[AlSi_3O_8]$—$Na[AlSi_3O_8]$ au fost sintetizate de Bowen și Tuttle (1950) și de Yoder și col. (1957) în 3 diagrame: a) diagrama echilibrului izobar Or—Ab, la o presiune H_2O=1 000 bari; b) diagrama de echilibru Or—Ab la o presiune H_2O=2 000 bari și c) diagrama de echilibru Or—Ab la o presiune H_2O=5 000 bari (fig. 215).

La presiuni mai joase deasupra punctului de incongruență se formează leucitul. La temperaturi înalte și presiuni nu prea mari are loc o miscibilitate perfectă cu un minim de $Or_{30}Ab_{70}$, în timp ce la temperaturile joase are loc un dezamestec. Cu creșterea presiunii H_2O curba solidus coboară, în timp ce curba de dezamestec se ridică. La presiunea H_2O înaltă este posibilă doar o miscibilitate parțială.

Proprietățile optice ale feldspaților alcalini sînt determinate: a) de compoziția chimică, b) de gradul de dezamestec al feldspatului sodic și potasic, c) de maclarea submicroscopică, d) de distribuția Al/Si în fazele componente ale mineralului.

Feldspații alcalini sînt în general clari, transparenți, uneori tulburi, datorită incluziunilor sau maclărilor submicroscopice. Indicii de refracție variază între valorile 1,518—1,539 (1,549). Sînt optic negativi cu excepția albitului de temperatură joasă și a anortoclazilor criptopertitici cu $2V_\alpha$ = =90°—110°. Birefringența absolută variază între 0,006—0,007 (0,013). Influența chimismului și a gradului de dezamestec asupra opticii nu este încă cunoscută în întregime. Înlocuirea Or printr-un procent mol.% Ab duce la o creștere a birefringenței cu 10^{-4}, iar la o creștere de 1 mol.% Ca, Sr, Ba sau de fer feric valorile creșterii birefringenței variază de la 0,5 la 1×10^{-3}. Ordinea Al/Si precum și dezamestecurile submicroscopice duc de asemenea la o ușoară

creștere a birefringenței. În cristalele unice orientarea indicatricei și unghiul axelor optice depinde numai de chimism și ordonarea Al/Si, dar în paramorfoze tipul structurilor interne are o importanță deosebită.

FELDSPAȚII ALCALINI (K, Na)[$AlSi_3O_8$]

ORTOZĂ, SANIDINĂ K[$AlSi_3O_8$]

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,6588 : 1 : 0,5535; β=116°0′ (ortoza) și a : b : c= =0,652 : 1 : 0,551; β=115°59′ (sanidina).

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 \simeq 8{,}60$; $b_0 \simeq 13{,}00$; $c_0 \simeq 7{,}20$ Å. Z=4 (ortoza); $a_0=8{,}44$; $b_0=12{,}95$; $c_0=7{,}15$ Å. Z=4 (sanidina).

Forme și unghiuri:

$(110) \wedge (1\bar{1}0)=61°16'$ $(001) \wedge (201)=80°07'$
$(130) \wedge (\bar{1}30)=58°46'$ $(001) \wedge (021)=44°51'$
$(001) \wedge (\bar{1}01)=50°05'$ $(021) \wedge (0\bar{2}1)=89°42'$.

Habitus: cristale prismatice cu fețe dominante (110), combinate cu fețe de pinacoizi (010), (001), uneori (101) etc. (vezi fig. 414, 416, 417). *Macle*: macla Karlsbad, planul de maclă (010), axul de maclă [010]; macla Baveno, planul de maclă (021); macla Manebach, planul de maclă (001) (tab. 268). *Clivaj*: (001) perfect, (010) bun, formînd un unghi de 90°. Alte clivaje nu există decît sub formă de urme. *H*=6−6½; 6. *G*=2,55−2,63; 2,56−2,62. *Culoare*: ortoza — roz-deschis, galben, brun, alb-roșcat, uneori roșu de culoarea cărnii; sanidina — incolor, transparent. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos, sidefos pe planele de clivaj.

Proprietățile optice. Sanidina: α=1,518−1,527, β=1,522−1,532, γ= =1,522−1,534, Δ=0,006−0,007, $2V_\alpha$ =18°−54°, α∧(001)=5°−9°. Ortoza: α=1,518−1,529, β=1,522−1,533, γ=1,522−1,539, Δ=0,006−0,010, $2V_\alpha$ = =33°−103°, α∧(001)=5°−9°.

Structură și chimism. Analizele structurale recente au permis o cunoaștere a tipurilor de feldspați alcalini. Distribuția ionilor de Al și Si în cadrul rețelei feldspatice reprezintă cheia înțelegerii șirului de tranziție ce există între feldspații de temperatură înaltă și cei de temperatură joasă. În structura feldspatului potasic există 3 tipuri care diferă în funcție de gradul de dezordine a distribuției Al/Si.

1. Sanidina monoclinică dezordonată K[$(Al, Si)_4O_8$];
2. Ortoza monoclinică parțial ordonată K[$(Al, Si)_2Si_2O_8$];
3. Microclinul triclinic deplin ordonat K[$AlSi_3O_8$].

Adularul este al 4-lea tip, care are o structură cu caracter variabil.

Sanidina (ortoza sanidinizată) se obține din ortoza parțial dezordonată prin încălzirea la 1 000°C, cînd se atinge o dezordine completă cu 25% Al în toate pozițiile avantajoase.

Trecerea microclinului în sanidină este un proces de dezordonare, în care atomii de Al aflați în rețeaua feldspatului capătă o dispoziție total dezordonată. L a v e s (1952) a numit această transformare difuzivă. Procesul invers, trecerea de la sanidină la microclin este un proces de ordonare în timpul căruia ionii de Al distribuiți întîmplător se difuzează în una din cele patru grupe de tetraedri. Aceasta este un proces de segregație, similar cu o exsoluție

	1	2	3	4	5	6
SiO_2	64,98	65,11	63,58	64,33	64,00	65,10
TiO_2	—	—	—	—	—	0,02
Al_2O_3	19,64	18,95	19,07	20,94	19,25	17,82
Fe_2O_3	0,64	0,63	0,18	0,20	—	0,57
FeO	—	0,11	0,07	0,58	—	0,06
MgO	urme	0,12	0,65	—	—	urmă
BaO	—	—	—	—	0,41	—
CaO	0,84	0,39	0,69	2,01	0,15	0,04
Na_2O	6,00	5,54	2,77	7,22	1,86	0,67
K_2O	7,33	9,06	11,96	4,71	14,01	15,91
H_2O^+	0,40	0,20	0,57	0,27	0,50	0,08
H_2O^-		0,13	0,22	0,10		0,06
Total	99,83	100,23	99,76	100,36	100,18	100,33
			Numărul de ioni în baza 32 (0)			
Si	11,761	11,82	11,749	11,529	11,831	12,023
Al	4,190	4,056	4,154	4,424	4,195	3,879
Fe^{3+}	0,087	0,085	0,025	0,027	—	0,079
Fe^{2+}	—	0,017	0,011	0,087	—	0,009
Mg	—	0,033	0,179	—	—	—
Ti	—	—	—	—	—	0,003
Na	2,106	1,950	0,993	2,509	0,666	0,240
Ca	0,163	0,074	0,137	0,386	0,030	0,008
K	1,692	2,096	2,820	1,077	3,305	3,749
Ba	—	—	—	—	0,030	—
Z	15,04	15,96	15,93	15,98	16,03	15,98
X	3,96	4,17	4,14	4,06	4,03	4,01
Mol%						Mol%
— Or	42,7	50,3	68,10	26,5	82,7	91,6 Or
						2,0 TiOr
— Ab	53,2	46,7	24,0	61,8	16,5	6,0 Ab
— An	4,1	3,0	7,9	11,7	0,8	0,4 An

1 — Ortoză, micropertit; Fredriksvärn — Norvegia (S p e n c e r, 1937); 2 — Microclin pertit; Tundra Hibin, Peninsula Kola — U.R.S.S. (M a k h l a e v, 1946); 3 — Sanidină, fenocristale în lavă; Kokomo — Colorado (K r a c e k şi N e u v o n e n, 1952); 4 — Anortoză; M. Kenya, Kenya (M o u n t a i n, 1925); 5 — Adular; St. Gotthard — Elveţia (B y e l y a n k i n, 1915); 6 — Ortoză ferică (galbenă); Madagascar (S p e n c e r, 1930).

şi are loc prin descreşterea temperaturii. O măsurare cantitativă a gradului de ordonare este dată de formula:

$$S = \sum_{i=4}^{i=1} |\,0{,}25 - Ti\,|/_{1,5} \cdot 100$$ (Mackenzie şi Smith — 1961, din Barth, 1969).

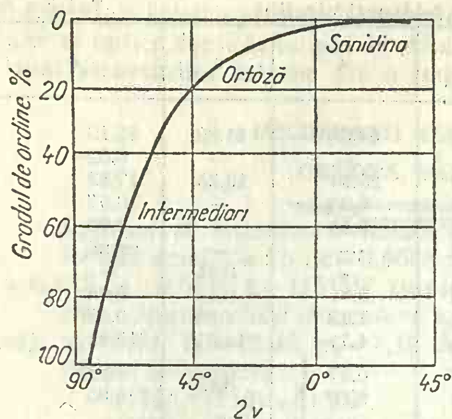


Fig. 216. Variația unghiului 2V cu gradul de ordine Al/Si în feldspații potasici (după Finley și Bailey, 1964).

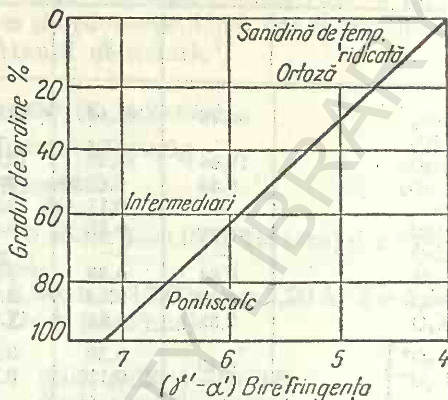


Fig. 217. Variația birefringenței în raport cu gradul de ordine Al/Si (după Hewlett, 1959).

S=1 pentru ordonare deplină, S=0 pentru dezordonare deplină. Funcția aceasta dă procentul ordonării pentru o probă dacă se cunoaște raportul Al/Al+ +Si în grupurile tetraedrice, lucru realizabil dacă s-a făcut în prealabil o analiză structurală completă.

Recent s-au propus metode mai rapide pentru determinarea precisă a structurii:

1. Măsurarea oblicității folosind separarea reflexiilor (131) și $(1\bar{3}1)$: (Laves, 1952): triclinicitatea $\Delta = 12{,}5\ d_{(131)} - d_{(1\bar{3}1)}$; pentru $\Delta = 1$ — microclin, pentru $\Delta = 0$ — sanidină sau a reflexiilor 131 și $1\bar{3}1$ (Mackenzie, 1961).

2. Măsurarea unghiului 2V. Rezultatele nu sînt perfecte, căci valoarea unghiului 2V este influențată de o serie de factori ca maclarea submicroscopică sau ordonarea incompletă (fig. 216).

3. Măsurarea birefringenței parțiale $(\gamma' - \alpha')$ (fig. 217).

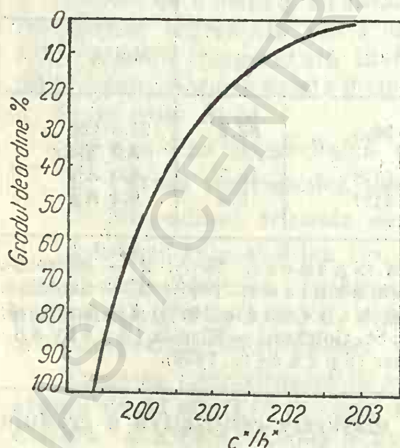


Fig. 218. Variația raportului axelor optice c^x/b^x cu gradul de ordine Al/Si (după Jones, 1966).

4. Metoda folosită de Jones (1966) care ia în considerare raportul c^x/b^x ca măsură directă a gradului de ordonare (fig. 218).

Acești parametri sînt proiectați în triunghiul de compoziție (fig. 219). Folosind funcția de triclinicitate Δ în combinație cu 2V și S ordonarea unui cristal de feldspat potasic poate fi determinată fără o analiză structurală completă.

De-a lungul laturii din stînga se află cîmpul sanidinei și ortozei, iar pe latura dreaptă este cîmpul microclinului de la intermediar pînă la maxim. Cîmpul adularului reprezintă fazele metastabile. Microclinii pot trece în cîmpul adularului dacă realizează dezordine la o încălzire rapidă (Barth).

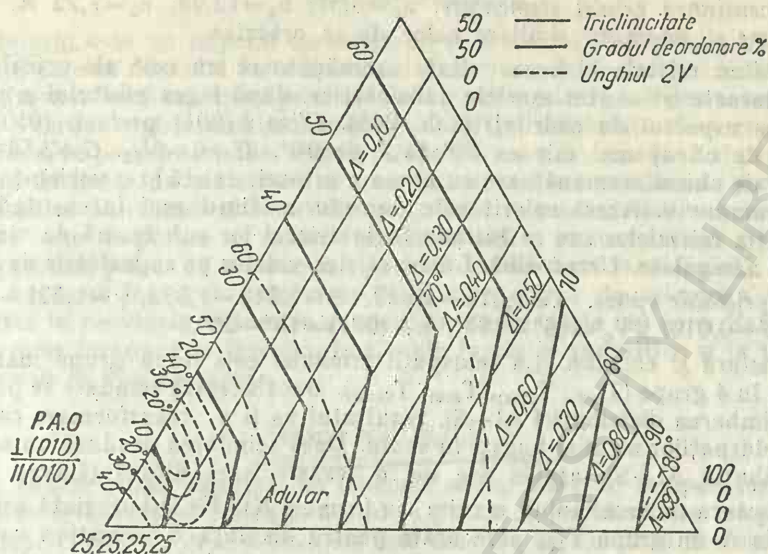


Fig. 219. Triunghiul de compoziţie pentru determinarea fazei stabile a $K[AlSi_3O_8]$.

Trebuie reţinut că nu există ortoză cu ordonare mai mare de 33%. Toate variantele cuprinse între ordonarea 33% şi 67% (hipoortoză: 50, 50, 0, 0) sînt instabile. La 500° se trece la simetria triclinică obţinînd o ordonare de 67% cu distribuţia Al (75, 25, 0,0) şi triclinicitatea $\Delta=0,50$ pînă la o temperatură de 400°C. Sub această temperatură ordonarea creşte şi la 300°C apare microclinul de maximă triclinicitate. Compoziţiile feldspaţilor potasici principali, scrise sub forma ordonării distribuţiei Al, sînt redate astfel: sanidină înaltă (25, 25, 25, 25), hipoortoză (50, 50, 0, 0), microclin maxim (100, 0, 0, 0).

Geneză. Ortoza este întîlnită în roci eruptive acide şi în parte în roci eruptive intermediare. De asemenea este prezentă în pegmatitele granitice, dar mai rar decît microclinul. În procesul pegmatitic tîrziu ortoza ca şi microclinul se albitizează. Sanidina apare în roci trahitice sau alte produse vulcanice cu aciditate intermediară. Prin alterare, sub acţiunea soluţiilor de suprafaţă încărcate cu O_2, CO_2, feldspaţii se caolinizează. Produsele reziduale ale alterării se acumulează în zona de alterare sub formă de argile caolinitice. În condiţiile alterării tropicale şi subtropicale se pot forma bauxite şi alte produse de alterare lateritică.

Ocurenţă. În România apar sub formă de cristale idiomorfe în pegmatitele de la Teregova. Bine cunoscute sînt cristalele maclate de la Karlovy-Vary — R. S. Cehoslovacă şi cele de la Baveno — Italia.

MICROCLIN $K[AlSi_3O_8]$

Sistemul de cristalizare: triclinic $\bar{1}$.

Relaţia axială: $a : b : c = 0,6614 : 1 : 0,5570$; $\alpha = 90°41'$; $\beta = 115°59'$; $\gamma = 87°30'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8,57$; $b_0=12,98$; $c_0=7,22$ Å. $Z=4$.

Forme și unghiuri: similare celor de la ortoclaz.

Habitus: cristale bine dezvoltate asemănătoare cu cele ale ortoclazului. *Macle*: caracteristice sînt maclele polisintetice, după legea albitului și periclinului (cu aspectul de cadrilaj) (tab. 268). *Clivaj*: (001) perfect, (010) bun, unghiul de clivaj mai mic cu 20′ față de 90°. $H=6-6^1/_2$. $G=2,56-2,63$. *Culoare*: de obicei asemănătoare cu aceea a ortozei; există și o varietate verde numită *amazonit*. Acest colorit este neuniform, fiind mai intens îndeosebi la periferia cristalelor sau se întinde în interiorul lor sub formă de vinișoare sau pete neregulate. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos, sidefos pe suprafețele de clivaj.

Proprietățile optice. $\alpha=1,514-1,529$, $\beta=1,518-1,533$, $\gamma=1,521-1,539$. $\Delta=0,007-0,010$. $2V_\alpha=66°-103°$, $\alpha \wedge (001)=15°-20°$.

Structură și chimism. La feldspații triclinici cele două grupe mari sînt scindate în 4 grupe ($T_{1(0)}$, $T_{1(m)}$, $T_{2(0)}$, $T_{2(m)}$). Dacă această scindare se produce fără schimbarea distribuției Al—Si, rezultatul va fi o transformare caracteristică feldspaților alcalini bogați în sodiu. Dacă scindarea produce un schimb în distribuția Al—Si, atunci are loc o transformare difuză (Laves, 1952).

Structura microclinului maxim cu formula $K[AlSi_3O_8]$ prezintă așezarea ionilor de Al în grupa $T_{1(0)}$ care arată pentru distanța 0 — cation valoarea 1,75 Å; în celelalte 3 grupări distanța 0—cation este de 1,61 Å. Structura este deplin ordonată, toți ionii de Al sînt dispuși în grupele $T_{1(0)}$. Microclinul intermediar este mai puțin ordonat, $T_{1(0)}$ este ocupat de Al dar acesta intră și în $T_{1(m)}$. (Ortoza are o dezordine parțială unde cele două grupe $T_{1(0)}$ și $T_{1(m)}$ se unesc într-o singură grupă T_1, iar celelalte două grupe $T_{2(0)}$ și $T_{2(m)}$ se unesc în grupe T_2 în care aluminiu este 32% și respectiv 18%). Existența microclinilor cu valori intermediare ale triclinicității este un fapt dovedit; relațiile de energie liberă, care determină stabilitatea diferiților termeni naturali intermediari, sînt greu de obținut din cauza impurităților conținute, a formării pertitelor, a condițiilor fizice existente în timpul răcirii. Studiile lui Hafner și Laves (1957) arată că microclinul încălzit ușor va conduce la o simetrie monoclinică, cu o dezordine parțială (ortoza). Prin prelungirea procesului de încălzire această ortoză devine sanidină perfect ordonată. Barth (1969) arată că șirul transformărilor este diferit dacă cristalul este încălzit sau răcit rapid sau încet în intervalele de temperatură. Cel mai comun microclin este cel cu $2V_\alpha=80°$, cu triclinicitatea $\Delta=0,80-1,00$.

Ocurență. În comparație cu ortoza, microclinul este mult mai răspîndit în rocile intruzive acide și intermediare (granite, granodiorite, sienite etc.). Este mineralul principal și în formațiunile pegmatitice. În acestea sînt foarte dezvoltate microclin—pertitele, în care separațiile de albit ca produs al descompunerii unei soluții solide sînt situate într-un cristal de microclin, care are uneori o structură în tablă de șah.

În România se întîlnește în rocile alcaline sienitice de la Ditrău, în pegmatitele din M. Lotrului—Mănăileasa, în granitele de la Tismana, din M. Retezat, de la Pricopan etc.

În U.R.S.S. se găsește în sienitele nefelinice de la Miask din Urali, iar amazonitul în M. Ilmen; în Norvegia în pegmatitele de la Sveland; în Finlanda la Kaatiala; în S.U.A. în New Hampshire etc.

ADULAR $K[AlSi_3O_8]$

Adularul este un mineral caracteristic filoanelor alpine şi face parte din feldspaţii care se dezvoltă la temperaturi joase, avînd o reţea puternic dezordonată (monoclinică sau aproape monoclinică); energia termică este insuficientă pentru a forma o structură mai ordonată. Iniţial, adularul a fost considerat monoclinic; în prezent studiile optice şi röntgenometrice arată că sînt posibile structuri triclinice. În acelaşi cristal s-au determinat la unele lamele proprietăţi caracteristice sanidinei şi la altele proprietăţi caracteristice microclinului. L a v e s este de părere că materialul adularului a crescut iniţial metastabil la temperaturi joase, cu o structură perfect dezordonată (sanidinică), iar mai tîrziu au avut loc transformări ce tind spre starea de microclin maxim. Este citat în provincia vulcanică neogenă în zăcămintele din zona Baia Mare, în provincia laramică la Oraviţa, la Cavnic în rocile andezitice şi în Carpaţii Meridionali în filoane alpine.

ALBIT $Na[AlSi_3O_8]$

Se cunosc două varietăţi de feldspat sodic; albit de temperatură joasă şi albit de temperatură ridicată, avînd ca punct de transformare temperatura aproximativă 450°C. Aceste faze au fost descrise de Tuttle şi Bowen (1950). Mackenzie (1957) a studiat polimorfismul $Na[AlSi_3O_8]$.

Albitul de temperatură joasă este analog microclinului, avînd o reţea complet ordonată; ionii de aluminiu sînt grupaţi în $T_{1(0)}$. Albitul de temperatură ridicată este stabil deasupra temperaturii de 450°C cînd are loc dezordonarea în distribuţia Al/Si. Gradul de dezordonare este o funcţie a temperaturii. Albitul de temperatură ridicată nu are omolog în feldspaţii potasici, dezordonarea albitului de temperatură înaltă este diferită de cea care apare la ceilalţi feldspaţi alcalini, ea apropiindu-se mai mult de cea a plagioclazelor. Albitul pur se pare că nu are modificaţie monoclinică, dar albitul uşor potasic poate deveni monoclinic în apropierea punctului de topire. Albitul monoclinic descoperit de P r o u s t şi B a r b i e r (1908) a fost numit *„barbierit"*.

ANORTOZĂ $(Na, K)[SiAl_3O_8]$

Anortoza se apropie din punct de vedere chimic mai mult de albit decît de ortoză. Dacă conţine mai puţin de 10% $K[AlSi_3O_8]$ el este denumit *analbit*. Cînd maclarea este bine dezvoltată anortoza se aseamănă foarte mult în secţiuni subţiri cu microclinul. Cantităţi mici de alte molecule îndeosebi de $Ca[Al_2Si_2O_8]$ sînt posibile destul de frecvent.

Habitus: se aseamănă cu al ortozei. Sînt deseori vizibile numai feţele (110), $(1\bar{1}0)$ şi $(\bar{2}01)$. *Macle*: frecvent de tipul Karlsbad, Baveno şi Manebach. Maclarea caracteristică a anortozei este combinarea tipului albit şi tipului lamelor perechi, deosebindu-se de microclin prin îngustimea extremă a benzilor de albit. Planul de maclă a tipului periclin din anortoză formează un unghi de 75° pînă la 78° cu (001) şi (010). Maclarea pe o axă perpendiculară pe $(\bar{2}01)$ este de asemenea prezentă. Anortoza fără lamelare multiplă este rar şi greu de recunoscut. *Clivaj*: (001) perfect, (010) distinct. $H=6$. $G=2{,}56-2{,}60$. *Culoare*: asemănătoare cu cea a ortozei. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. $\alpha=1{,}519-1{,}523$, $\beta=1{,}524-1{,}528$, $\gamma=1{,}527-1{,}529$. $\Delta=0{,}0060-0{,}0078$. $2V_\alpha=42°-60°$.

Tabelul 268

Legile de maclare ale feldspatului potasic

Nume	Axul de maclă	Planul de maclă	Observații
a) *Macle normale*			
Albit	⊥(010)	(010)	se repetă; triclinic
Manebach	⊥(001)	(001)	simplă
Baveno (dr)	⊥(021)	(021)	simplă, rar în plagioclazi
Baveno (stg)	⊥(0$\bar{2}$1)	(0$\bar{2}$1)	idem
X	⊥(100)	(100)	
Prisma (dr)	⊥(1$\bar{1}$0)	(1$\bar{1}$0)	
Prisma (stg)	⊥(110)	(110)	
b) *Macle paralele*			
Karlsbad	[001] (axa c)	(hk0) de regulă (010)	simplă
Periclin	[010] (axa b)	(h01) secțiune rombică ‖ cu b	se repetă triclinic
Aclin A	[010] (axa b)	(001)	
Aclin B	[010] (axa b)	(100)	
Estérel	[100] (axa a)	(0k1) secțiune rombică ‖ cu a	se repetă
Ala A	[100] (axa a)	(001)	
Ala B	[100] (axa a)	(010)	
c) *Macle complexe*			
Albit-Karlsbad	⊥c	(010)	se repetă
Albit-Ala B	⊥a	(010)	
Manebach-Aclin A	⊥b	(001)	
Manebach-Ala A	⊥a	(001)	
X-Karlsbad	⊥c	(100)	
X-Aclin B	⊥b	(100)	

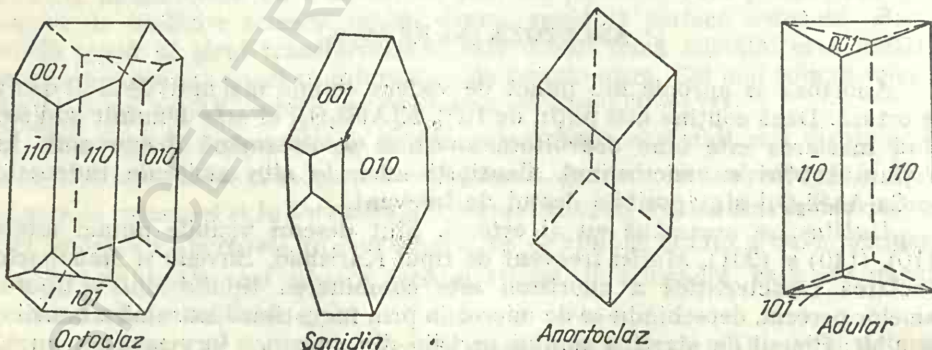


Fig. 220. Cristale de feldspați.

Transformări. Modul de transformare și produsele obținute se aseamănă cu cele de la albit.

Ocurență. Apare numai în rocile vulcanice, bogate în oxid de sodiu; este deseori concrescut cu sanidină.

Cristale mixte între $Na[AlSi_3O_8]$ și $K[AlSi_3O_8]$ se formează numai la temperaturi ridicate. Exsoluția există la temperaturi sub 700°C. Cristalele mixte subrăcite persistă în stare metastabilă la temperatura camerei. Diagrama binară arată că termenul final albitic este triclinic, iar ortoza este monoclinică. Microclinul și albitul de temperatură joasă (vezi fig. 214) au aceeași structură cristalină, adică o distribuție ordonată de Al și Si ocupînd una din cele 4 grupe tetraedrice $T_{1(0)}$. Suprafața de deasupra microclinului prezintă structură parțial dezordonată, Al migrează în cele două grupe din cele 4 posibile tetraedrice. Prin creșterea dezordinei prin difuziune se trece la suprafața superioară reprezentînd sanidina cu structură în dezordine deplină. Albitul de temperatură înaltă este parțial dezordonat, dar felul dezordinei este diferit de cel din ortoză. Nu au loc schimburi în dezordine la linia triclinic/monoclinic, dacă ne deplasăm de la stînga spre dreapta are loc o creștere în Na cu o schimbare gradată a modelului de dezordine al sanidinei spre cel al albitului de temperatură înaltă.

Diferența apreciabilă de dimensiuni a razelor ionice K și Na face să fie remarcată o serie de cristale mixte numai în condiții speciale. O explicație posibilă ar fi aceea a modificării razelor cu temperatura. Dacă expansiunea termică a Na ar fi mai mare decît cea a K diferența de raze s-ar apropia de 15% (limita obișnuită pentru o serie completă de cristale mixte) la temperatura de 700°C. Deci seria de cristale mixte este stabilă numai deasupra temperaturii de 700°C. Ionii mari de K umplu mai bine cavitățile rețelei decît ionii mici de Na; cînd se introduc prea mulți ioni de Na structura se deranjează dar nu modifică gradul de ordonare Al/Si. Unitățile de volum și greutatea specifică sînt în funcție de natura cristalelor mixte (fig. 221).

Proprietăți optice. Feldspații alcalini corespunzători celor 4 serii izomorfe prezintă variații consemnate în diagrame. Diagrama din figura 222 prezintă variația lui 2V în raport cu compoziția feldspaților alcalini. Ea arată limite largi pentru valorile 2V și nu poate fi folosită pentru determinări riguroase

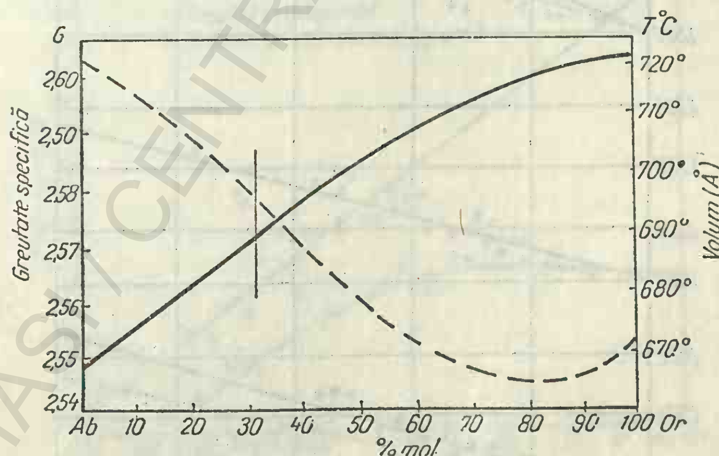


Fig. 221. Variația volumului celulei elementare în raport de proporția de Or și Ab (după D o n n a y, 1952).

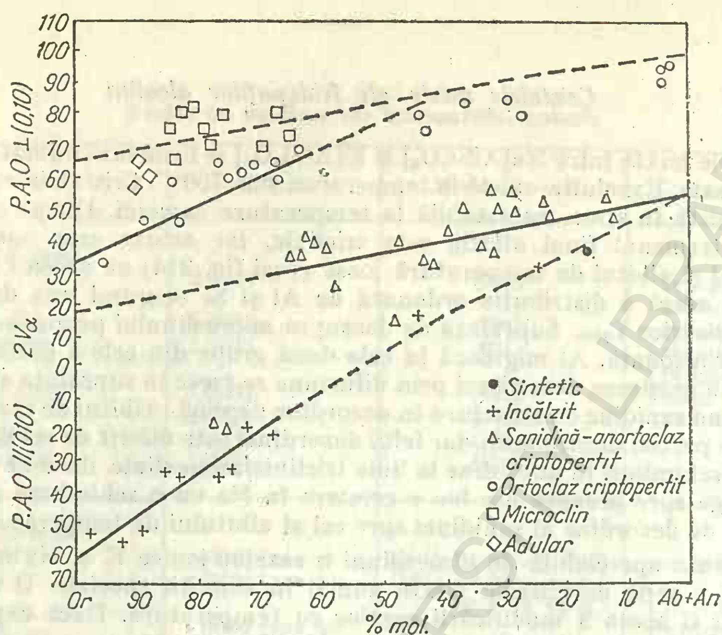


Fig. 222. Variaţia unghiului 2V în compoziţia feldspaţilor alcalini.

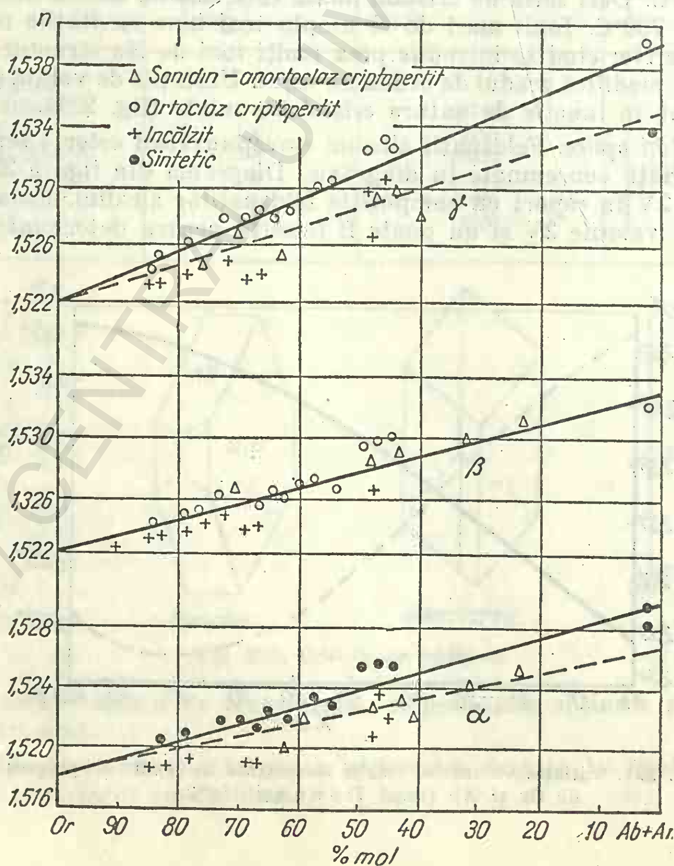


Fig. 223. Variaţia α, β, γ, în raport cu compoziţia feldspaţilcr alcalini.

de compoziţie, servind mai mult pentru plasarea unui feldspat alcalin într-una din cele 4 serii, dacă se cunoaşte aproximativ compoziţia din analizele chimice sau din măsurătorile röntgenostructurale. Diagramele următoare prezintă variaţiile indicilor de refracţie (fig. 223) şi a unghiului de extincţie (fig. 224) în funcţie de compoziţia feldspaţilor alcalini. Curba indicelui de refracţie β este asemănătoare în toate seriile feldspaţilor alcalini.

Concreşterile între feldspat potasic cu plagioclazul (albit) sînt numite pertite şi antipertite.

Pertitele tind să caracterizeze feldspaţii potasici din rocile granitice. Se cunosc pertite de tip „strings", „stringlets" şi „vein". Fîşiile albitice din feldspatul potasic sînt înguste, discontinui şi cu o repartizare uniformă în cristal (fig. 422, 424). Orientarea este regulată şi, de obicei, se poate raporta la o direcţie oblică faţă de direcţia celor două clivaje (010) şi (001). Pertitele de tipul „striglets" şi „strings" prezintă fîşii foarte înguste şi foarte scurte, discontinui, dezvoltate local în cristale mari de feldspat potasic. Acolo unde fîşiile sînt mai alungite se poate măsura direcţia lor şi clivajul (001), care variază în jur de 72°. Apariţia lor deci nu e controlată strict de direcţiile de clivaj vizibile, dar constanţa orientării lor confirmă ipoteza lui B a r t h (1969) că direcţiile de creştere ale albitului sînt determinate de elementele cristalografice interne ale feldspatului gazdă.

Micropertitele au un conţinut scăzut în Na, fapt evidenţiat prin valorile indicilor de refracţie şi 2V ale feldspatului potasic.

Antipertitele arată feldspatul potasic, microclin intermediar şi cel maxim sub formă de indivizi fini, aproape izometrici, limitaţi de feţe plane, paralele cu direcţiile de clivaj, cînd controlul cristalografic este vizibil (Nemec, 1967). Repartiţia acestui feldspat potasic în plagioclaz este neuniformă; el poate apărea atît în zonele centrale cît şi în cele marginale ale plagioclazului, legîndu-se

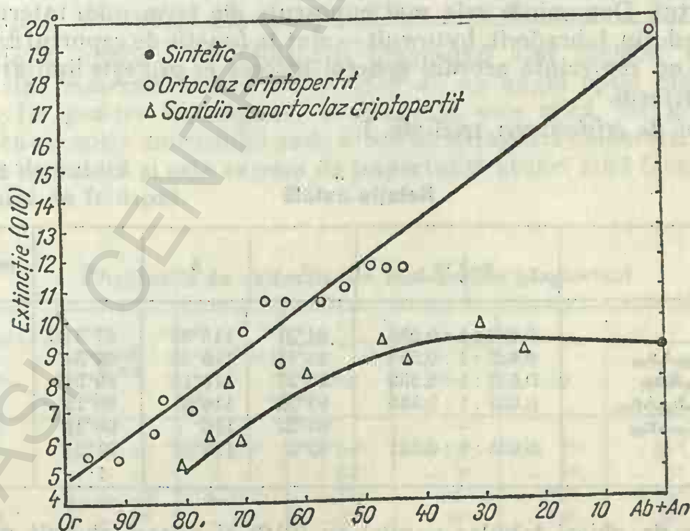


Fig. 224. Variaţia unghiului de extincţie în compoziţia feldspaţilor alcalini.

de cristalele framboidale de microclin din imediata vecinătate a plagioclazului. Aspectul acesta determină aprecierea că relaţia plagioclaz—feldspat potasic de tip antipertitic poate fi o relaţie de succesiune, ca un stadiu incipient de înlocuire a plagioclazului de către feldpsat potasic în condiţii subsolidus.

Structurile grafice reprezintă concreşteri ale feldspatului potasic cu cuarţul; structura prezintă caracterele tipice ale unei concreşteri grafice: caracterul „scheletiform" şi „cuneiform" al cuarţului; extincţia simultană a tuturor granulelor de cuarţ din feldspatul potasic.

Originea concreşterilor grafice este un obiect de controversă. Cei mai mulţi cercetători urmează interpretarea clasică al lui Fersman (1952), după care concreşterile grafice sînt o consecinţă a cristalizării simultane a feldspatului şi cuarţului, dintr-un mediu gazos (Simpson, 1962). Argumentele invocate pentru a sprijini ipoteza cristalizării simultane sînt relativ numeroase privind proprietăţile înseşi ale concreşterilor (cum ar fi proporţia şi poziţia reciprocă a mineralelor concrescute — Vogt, 1939) sau ocurenţa acestora (Mehnert, 1968). Alţi cercetători însă sînt de părere că mineralele concrescute grafic s-au putut forma succesiv, prin substituţia unuia de către celălalt, de-a lungul unor zone de slabă rezistenţă (Schaller 1926, Wahlstrom 1939, Drescher-Kaden 1948. M. Şeclăman, E. Constantinescu, 1975).

Nu este exclus ca structurile grafice să fie poligenetice. Este posibil ca în diverse locuri ele să se fi format pe căi diferite, fapt care ar explica divergenţele de opinii cu privire la originea lor.

FELDSPAŢII PLAGIOCLAZI $Na[AlSi_3O_8]—Ca[Al_2Si_2O_8]$

Feldspaţii sodici şi calcici sînt miscibili în toate proporţiile în cristale triclinice, care sînt stabile în condiţii foarte variate; ei formează o serie continuă denumită „seria plagioclazilor"; au cap de serie albitul, iar termenul final anortitul. Denumirile cele mai cunoscute ale termenilor intermediari — oligoclaz, andezin, labradorit, bytownit — sînt în funcţie de raportul dintre albit şi anortit — nu reprezintă acordul general în ceea ce priveşte limitarea precisă a acestor termeni.

Sistemul de cristalizare: triclinic, $\bar{1}$.

Tabelul 269

Relaţia axială

	a : b : c	α	β	γ	(001) ∧ (010)
Albit Ab	0,633 : 1 : 0,558	94°31′	116°38′	87°31′	93°34′
Oligoclaz $Ab_{80}An_{20}$	0,632 : 1 : 0,553	93°31′	116°26′	89°31′	93°42′
Andezin $Ab_{60}An_{40}$	0,633 : 1 : 0,552	93°27′	116°15′	89°58′	93°50′
Labradorit $Ab_{40}An_{60}$	0,637 : 1 : 0,555	93°26′	116°6′	90°15′	93°57′
Bytownit $Ab_{20}An_{80}$	—	93°22′	116°	90°41′	94°4′
Anortit An	0,635 : 1 : 0,551	93°5′	115°54′	91°34′	94°12′

Habitus: de obicei tabular paralel cu (010) şi uneori alungit paralel cu „a" şi mai rar paralel cu „c". Cristalele prismatice arată forme (110), ($1\bar{1}0$), ($\bar{2}01$) şi eventual (001). *Macle*: multiple; macla albitului, planul de maclă

Tabelul 270

Dimensiunea celulei elementare (A°)

	a_0	b_0	c_0	Z
Albit	8,23	13,00	7,25	4
Oligoclaz	8,16	12,90	8,13	4
Andezin	8,14	12,86	7,17	4
Labradorit	8,21	12,95	14,16	4
Bytownit	—	—	—	—
Anortit	8,21	12,95	14,16	8

(010), axul de maclă ⊥(010); macla simplă Karlsbad, planul de maclă (010), axul de maclă c. *Clivaj*: (001) perfect, (010) distinct. $H=6-6^1/_2$. $G=2,61-2,76$. $F=1\ 100°$ — albitul; 1 550° — anortitul. *Culoare*: în general alb sau slab colorați în galben, roz, verde, negru. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos, perlat pe suprafețele de clivaj.

Tabelul 271

Proprietățile optice

	α	β	γ	Δ	2V
Albit	1,5250	1,5200	1,5360	0,011	γ 71°
Oligoclaz	1,5585	1,5428	1,5465	0,008	α 86°
Andezin	1,5500	1,5533	1,5570	0,007	γ 89°
Labradorit	1,5398	1,5629	1,5678	0,008	γ 77°
Bytownit	1,5670	1,5720	1,5760	0,009	α 83°
Anortit	1,5755	1,5832	1,5885	0,013	α 77°

Proprietăți optice. Toți feldspații plagioclazi sînt incolori în secțiuni subțiri și sînt minerale biaxe. Majoritatea au un unghi optic mare al cărui semn este fie pozitiv fie negativ. Refringența este mică, iar birefringența este slabă cu excepția anortitului unde este o birefringență moderată. Orientarea optică este deosebită și este extrem de importantă atunci cînd facem determinarea tipului de feldspat.

Tabelul 272

Unghiurile de extincție ale feldspaților plagioclazi

Orientarea / Termenul	∥ /(001) b∧β	∥ /(010) c∧β	α		γ		β
			b∧γ	c∧γ	b∧β	c∧β	b∧β
Albit	+ 4°	+20°	+74°	+13°	+ 2°	+21°	+ 1°
Oligoclaz	+ 1°	+ 4°	−84°	− 9°	− 3°	− 3°	0°
Andezin	− 4°	−12°	−75°	−31°	−22°	−18°	− 8°
Labradorit	− 7°	−18°	−63°	−40°	−28°	−30°	−18°
Bytownit	−17°	−31°	−58°	−55°	−40°	−40°	−28°
Anortit	−40°	−38°	−50°	−73°	−62°	−64°	−41°

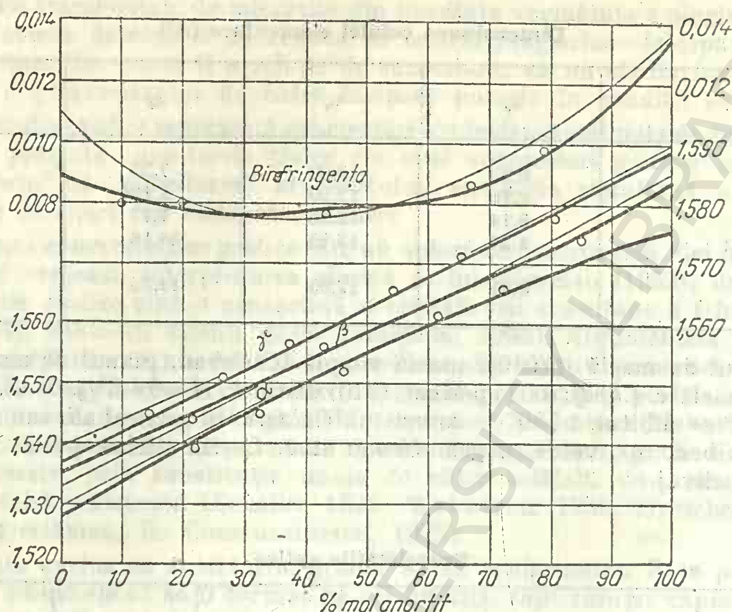


Fig. 225. Indicii de refracţie şi birefringenţa în seria plagioclazilor de temperatură joasă şi ridicată. Linia subţire este caracteristică pentru plagioclazii rocilor plutonice, iar linia cu cercuri pentru plagioclazii de temperaturi ridicate (după J. R. S m i t h, 1957).

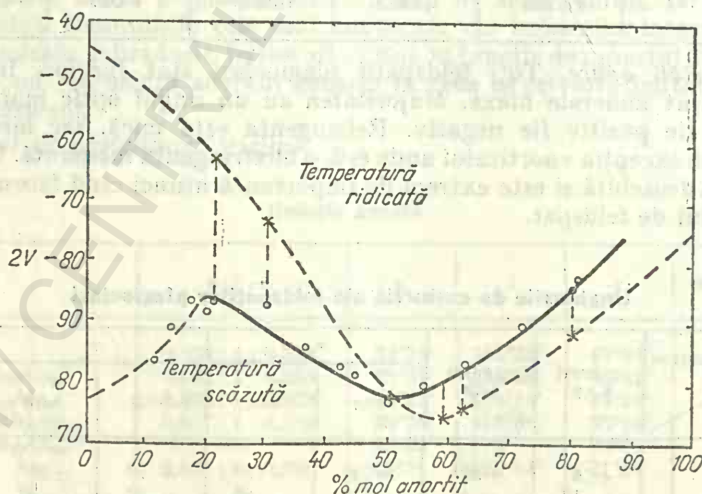


Fig. 226. Valoarea 2V pentru temperaturi joase în seria plagioclazilor (linia cu cercuri) şi la temperaturi ridicate (linia întreruptă). Valoarea pentru 100% An este determinată pe un cristal sintetic (după J. R. S m i t h, 1956).

Indicii de refracţie şi, respectiv, birefringenţa feldspaţilor plagioclazi, sînt influenţaţi de temperatura de formare. Apare evidentă această modificare în diagrama de variaţie în raport cu compoziţia feldspaţilor plagioclazi (fig. 225).

Schimbări sînt înregistrate şi pentru valorile 2V, în raport cu temperatura de formare (fig. 226). Sînt semnificative şi diagramele de variaţie a unghiului de extincţie legate atît de temperatura de formare cît şi de raportul dintre moleculele de albit şi anortit prezente în cristalul mixt (fig. 426, 427, 429).

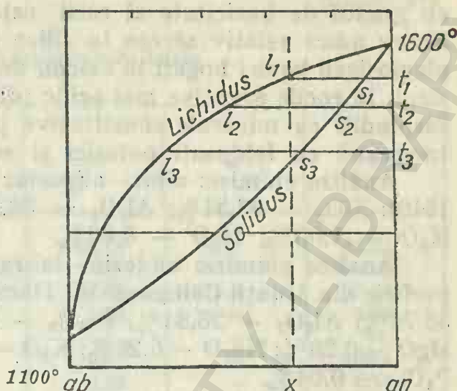


Fig. 227. Diagrama de stare în sistemul binar Ab—An.

Chimism şi geneză. În sistemul albit-anortit mersul cristalizării este caracteristic. Să presupunem un lichid cu o compoziţie $Ab_{30}An_{70}$; acesta devine saturat la temperatura de 1480°C; se formează cristale a căror compoziţie este Ab_2An_{98}, mai bogate decît lichidul în componenta cu temperatura de fuziune mai ridicată. Pentru urmărirea fenomenului, diagrama (fig. 227) va trebui să cuprindă două curbe, arătînd compoziţia lichidului şi a cristalelor în echilibru la diferite temperaturi. Prima curbă este curba lichidus, cea de a doua curba solidus. Prin separarea cristalelor cu compoziţia s_1, compoziţia lichidului se modifică şi temperatura la care procesul se continuă este mai scăzută; punctul reprezentativ al procesului de cristalizare se deplasează spre stînga şi în jos. La temperatura t_2 cristalele s_1 nu mai sînt în echilibru cu lichidul l_2, compoziţia de echilibru a acestora fiind s_2. Se realizează o adaptare a chimismului printr-un proces de reacţii între cristal şi lichid. Dacă evoluţia lichidului este suficient de lentă, cristalele ating în orice moment compoziţia corespunzătoare stării de echilibru cu lichidul. La temperatura t_3 ultima cantitate este consumată spre a trece cristalele separate la compoziţia s_3 identică compoziţiei iniţiale a lichidului. Prin cristalizare în condiţii de echilibru se formează cristale mixte cu aceeaşi compoziţie, dar nu direct, ci printr-un proces complex de reacţie continuă între cristale şi lichid, proces care se desfăşoară într-un larg interval de temperatură.

Prin cristalizare rapidă, adaptarea compoziţiei chimice nu este posibilă, cristalele cresc prin depunere orientată succesivă de substanţă ce corespunde diferitelor stadii atinse de lichid. Cristalele nu mai sînt în felul acesta omogene, ci zonate datorită fracţionării procesului de cristalizare. Zonele interne au un conţinut mai ridicat în anortit decît al lichidului original. Temperatura t_3 determinată de intersecţia curbei solidus cu isofleta, nu mai este temperatura finală de cristalizare, deoarece, în condiţiile cristalizării fracţionate, rămîne încă lichid bogat în albit. Prin zonare, intervalul de cristalizare se măreşte, extinzîndu-se chiar pînă în vecinătatea temperaturii de fuziune a albitului. Cristalizarea fracţionată dă lichide reziduale foarte albitice, fapt de o importanţă petrogenetică deosebită.

Plagioclazii sînt cei mai răspîndiţi din grupa feldspaţilor şi se găsesc în majoritatea rocilor eruptive. Este caracteristic faptul că în conformitate

cu gradul de bazicitate al rocii este și compoziția plagioclazu ui: în rocile bazice adică relativ sărace în silice (gabbrouri, bazalte etc.) sînt răspîndiți plagioclazii bazici bogați în calciu, de obicei în asociație cu silicați feromagnezieni; în rocile eruptive mai acide (diorite, granite, porfire cuarțifere etc.) sînt răspîndiți ca minerale constitutive plagioclazii intermediari și acizi, deseori împreună cu feldpsați potasici și sodopotasici, cuarț etc.

Analize chimice: albit—oligoclaz de la Ditrău — România (M a u r i t z, 1910): SiO_2 — 63,51%; Al_2O_3 — 32,14%; CaO — 2,65%; Na_2O — 10,13%; K_2O — 1,00%; H_2O — 0,62%.

Analize chimice: andezin—labradorit zonat cu 30—58% An din diorit porfiric din Munții Călimani, Vf. Haitei, România (N i c h i t a, 1940): SiO_2 — 56,74%; Al_2O_3 — 26,84%; Fe_2O_3 — 0,48%; FeO — 0,12%; CaO — 8,60%; MgO — 0,28%; Na_2O — 6,26%; K_2O — 0,37%; H_2O^+ — 0,06%; H_2O^- — 0,08% P_2O_5 — 0,04%.

În pegmatitele legate genetic de granite și în general în rocile intruzive alcaline se întîlnesc plagioclazii acizi, mai ales albitul, care se dezvoltă în cea mai mare parte mai tîrziu pe cale metasomatică sub formă de mase granulare fine, mai ales pe contul feldspaților potasici și sodici. Plagioclazii bazici sînt cunoscuți numai în pegmatitele rocilor intrusive bazice (gabbrouri) care se întîlnesc rar.

Prin procesul de metamorfism regional, în timpul formării șisturilor cristaline și al filoanelor de tip alpin se dezvoltă mai ales albitul.

Transformări. Sub acțiunea apelor de infiltrație, care conțin CO_2, O_2, acizi humici etc., plagioclazii se descompun. Alcaliile și elementele alcalinoteroase sînt levigate deseori total, restul regrupîndu-se în mineral argilos.

Ocurență. Cristale frumoase de labradorite sînt întîlnite în U.R.S.S., în regiunea Jitomir din Ucraina; în Norvegia la Longismud; în Italia la Monte Rosi — Etna; în Finlanda la Ojamo. Anortitul se găsește în Italia la Monzoni; în India la Madras; în Japonia la Miynk etc. Albitul se găsește la Schmirn în Tirol; în Elveția la Bristenstock și Scopi; în insula Elba; în Pirinei etc.

Feldspați cu bariu

CELSIAN $Ba[Al_2Si_2O_8]$
HYALOFAN $BaK_2[Al_4Si_4O_{16}]$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,658 : 1 : 0,549; celsianul: β=115°2′, hyalofanul: β=116°.

Dimensiunea celulei elementare: celsianul: a_0=8,627; b_0=13,045; c_0=2×7,204 Å. Z=8; hyalofanul: a_0=8,52; b_0=12,95; c_0=7,14 Å. Z=4.

Habitus: cristale prismatice scurte, cu fețe prismatice proeminente ca la adular. *Macle*: Karlsbad, Manebach, Baveno. *H*=6—$6^1/_2$. *G* pentru celsian 3,10—3,39, pentru hyalofan 2,58—2,82. *Clivaj*: (001) perfect, (010) bun, (110) slab. *Culoare*: alb, uneori galben-slab. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. Proprietățile optice variază în funcție de conținutul în molecule de celsian (fig. 438).

Celsianul: α=1,579—1,587, β=1,583—1,593, γ=1,588—1,600, Δ=0,009—0,013, 2Vγ=83°—92°, α∧c=3—5°. P.A.O. || (010), β=b.

Analize chimice ale feldspaţilor de bariu

	1	2	3	4	5
SiO_2	61,17	44,6	38,48	35,1	33,01
TiO_2	—	—	—	—	urme
Al_2O_3	20,35	33,0	23,61	26,8	27,16
Fe_2O_3	—	—	0,60	—	0,28
FeO	—	—	—	—	—
MnO	—	—	2,67	—	urme
MgO	—	—	0,97	—	0,14
BaO	3,89	5,7	25,50	35,8	38,53
CaO	—	14,0	0,85	—	0,06
Na_2O	2,92	2,0	1,85	—	0,15
K_2O	11,52	0,7	5,10	2,3	0,54
H_2O^+	—	—	} 0,98	—	0,05
H_2O^-	—	—		—	0,00
Total	99,85	100,0	100,61	100,0	99,92
Numărul ionilor în baza 32 (0)					
Si	11,512	8,537	—	8,441	8,112
Al	4,515	7,456	—	7,600	7,868
Fe^{3+}	—	—	—	—	0,052
Ti	—	—	—	—	—
Mg	—	—	—	—	0,052
Fe^{2+}	—	—	—	—	—
Mn	—	—	—	—	—
Na	1,065	0,736	—	—	0,070
Ca	—	2,872	—	—	0,016
K	2,766	0,170	—	0,705	0,169
Ba	0,287	0,428	—	3,373	3,710
Z	16,03	15,90	—	16,040	16,030
X	4,12	4,10	—	4,080	4,020
Mol % Cn	7,0	10,2	49,8	82,7	92,4
Or	67,2	4,1	32,4	17,3	4,2
Ab	25,8	17,5	17,8	—	1,7
An	—	68,2	—	—	1,7

1 — Hyalofan (cu mangan) depozite; Otjosondu, Namibia (Vermaas, 1953); 2 — Feldspat plagioclaz cu bariu; Broken Hill — New-South Wales (Nockolds şi Zeis, 1933); 3 — Kasoit (celsian cu potasiu?); Mina Kaso, 25 km V de Utunomyia Totiki — Japonia (Yosimura, 1936); 4 — Celsian; Broken Hill — New-South Wales (Segnit, 1946); 5 — Paracelsian; Mina Benallt, Rhiw, Peninsula Lleyn, Caernarvonshire (Spencer, 1942).

Hyalofanul: $\alpha=1{,}520-1{,}542$, $\beta=1{,}524-1{,}545$, $\gamma=1{,}526-1{,}547$, $\Delta=0{,}005-0{,}010$, $2V_\gamma=101°-132°$, $\alpha \wedge a=0-20°$. P.A.O. $\perp(010)$, $\gamma=b$.

Orientarea optică a hyalofanului este asemănătoare cu cea a adularului, planul axelor optice este perpendicular pe (010) şi γ paralel cu axul „b" al cristalului. La celsian planul axelor optice este paralel cu (010) şi β este paralel cu b.

Chimism. Din punct de vedere chimic celsianul este un alumosilicat de bariu. În compoziţia chimică sînt prezente molecule de anortit. *Kasoitul* este descris ca un mineral de tip celsian cu potasiu. *Paracelsianul* este modificaţia pseudorombică, compoziţia chimică fiind aceeaşi cu a celsianului; $a:b:c=0{,}947:1:0{,}896$; $a_0=8{,}58$; $b_0=9{,}58$; $c_0=9{,}08$ Å. $Z=4$, $\beta=90°$; indicii de refracţie: $\alpha=1{,}571$, $\beta=1{,}584$, $\gamma=1{,}587$.

Pînă în prezent nu s-au descoperit toţi termenii care reprezintă această serie. Hyalofanul conţine pînă la 35% $Ba[Al_2Si_2O_8]$, fiind de fapt termen izomorf între feldspatul potasic şi celsian, cu formula teoretică $(100-n)$ $K[AlSi_3O_8]-n\,Ba[Al_2Si_2O_8]$ la care se adaugă molecule de feldspat sodic şi calcic. Celsianul prezintă un conţinut în BaO care variază de regulă între 34 şi 42% şi se apropie prin proprietăţi de ortoclaz.

Ocurenţă. Feldspaţii cu bariu se întîlnesc în paragenezele depozitelor cu mangan; sînt caracteristice depozitele cu mangan din Mina Kaso, Japonia (Yosemuro, 1939). Ortoclazii care conţin în cantităţi mici Ba apar în roci eruptive magmatice şi în zăcăminte metasomatice de contact; au fost descrişi în regiunea rîului Slindiduca (Baicalul de sud) în filoane de flogopit şi calcit. *Celsianul* s-a întîlnit la fel ca şi hyalofanul sub formă de druze, în cavităţi sau sub formă de vinişoare în zăcăminte metasomatice de contact la Jacobsberg (Suedia), în peninsula Carnavonshire şi Wells (Anglia), Otjosondu (Namibia).

Paracelsianul a fost descris în mina Bennalt din Carnavonshire (Anglia).

BANALSIT $BaNa_2[Al_4Si_4O_{16}]$

A fost descris de Campbell Smith şi col. (1944). Seamănă cu feldspaţii, este rombic şi prezintă structura cristalină tipică termenilor din grupa feldspaţilor. În constituţia mineralului, la punctul eutectic de 1 323°C se poate include 50% molecule de $Ca[Al_2Si_2O_8]$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8{,}50$; $b_0=9{,}97$; $c_0=16{,}72$ Å. $Z=4$. $H=6$. $G=3{,}06$.

Tabelul 274

Comparaţie între celsian, paracelsian şi banalsit

	Celsian $Ba[Al_2Si_2O_8]$	*Paracelsian* $Ba[Al_2Si_2O_8]$		*Banalsit* $BaNa_2[Al_4Si_4O_{16}]$	
a_0	8,627	a_0	8,580	a_0	8,50
b_0	13,045	$[01\bar{1}]$	9,583	$[01\bar{1}]$	9,97
c_0	14,408	$[0\bar{1}1]$	9,080	$[0\bar{1}1]$	16,72
β	99°	β	90°	β	90°
α	90°	$[011] \wedge [0\bar{1}1]$	93°6′	$[011] \wedge [0\bar{1}1]$	100°

	a_0	b_0	c_0	α	β	γ	Sistem	Structură
Celsian $Ba[Al_2Si_2O_8]$	8,627	13,045	2× 7,20	—	115°2′	—	monoclinic	feldspat
Hyalofan $BaK_2[Al_4Si_4O_{16}]$	8,52	12,950	7,14	—	≃116°	—	idem	idem
Paracelsian $Ba[Al_2Si_2O_8]$	8,58	9,583	9,08	—	≃ 90°	—	idem (pseudorombic)	danburit
Banalsit $BaNa_2[Al_4Si_4O_{16}]$	8,50	9,970	16,72	—	—	—	rombic	danburit
Danburit $Ca[B_2Si_2O_8]$	7,72	8,750	8,01	—	—	—	rombic	danburit
Sintetic $Ba[Al_2Si_2O_8]$	5,25	—	7,84	—	—	—	hexagonal	—
Anortit $Ca[Al_2Si_2O_8]$	8,177	12,877	7,08	93,17	115,85°	91,22°	triclinic	feldspat
Sintetic $Ca[Al_2Si_2O_8]$	8,220	8,600	4,83	—	—	—	rombic	—
Sintetic $Ca[Al_2Si_2O_8]$	5,100	—	2× 7,36	—	—	—	hexagonal	—
Ortoză $K[AlSi_3O_8]$	8,562	12,996	7,193	—	116,02°	—	monoclinic	feldspat

DANBURIT $Ca[B_2Si_2O_8]$

Sistemul de cristalizare: rombic.
Relaţia axială: a : b : c=0,919 : 1 : 0,882.
Dimensiunea celulei elementare: a_0=7,72; b_0=8,75; c_0=8,01 Å. Z=4.
Habitus: cristale deseori prismatice. *Clivaj*: (001) foarte slab. *H*=7–7,5. *G*=3,0.

Proprietăţi optice (măsurate în Li şi Na) *Tabelul 276*

	Li	Na
α	cca 1,626	1,630
β	1,630–1,634	1,633–1,637
γ	cca 1,633	cca 1,636
Δ	0,007	0,006
$2V_\alpha$	cca 88°	cca 88°

Planul axelor optice este fața (001), iar α=a.

Ocurență. A fost găsit în dolomite la Danbury (S.U.A.), la Obira (Japonia), la mina Sirena (Mexic), la Maharitra (Madagascar).

B. Grupa feldspatoizilor

NEFELIN $Na_3K[Al_4Si_4O_{16}]$ sau $Na_3K[AlSiO_4]_4$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6.

Relația axială: a : c=1 : 0,839.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=10,0; c_0=8,4 Å. Z=2.

Habitus: cristale în prisme simple hexagonale sau tabulare, scurt-columnare; dezvoltare mai mare o are prisma (10$\overline{1}$0), pinacoidul (0001) și fețele de bipiramidă (10$\overline{1}$1). *Macle*: (10$\overline{1}$0), (33$\overline{6}$5), (11$\overline{2}$2); suprafețele de asociere sînt neregulate, evidențierea lor făcîndu-se prin figurile de coroziune și striațiunea fețelor. *Clivaj*: (10$\overline{1}$0), (0001) slab. *Culoare*: incolor, mai frecvent alb-cenușiu sau cenușiu cu o nuanță gălbuie, brun, roșietic, verzui. Varietățile tulburi, de culoare deschisă, larg cristalizate sau compacte sînt numite *eleolit*. *Luciu*: sticlos pe suprafețele cristalelor, gras în spărtură. *Urmă*: albă. $H=5^1/_2-6$. $G=2{,}560-2{,}665$.

Proprietăți optice. ε=1,526−1,542, ω=1,529 − 1,546, Δ=0,003−0,005; uniax negativ.

Chimism și structură. Nefelinul conține cantități variabile de potasiu, datorită amestecului izomorf cu kalsilitul; la temperatură scăzută conține maximum 24% kalsilit. Formula teoretică a nefelinului reflectă pozițiile elementelor alcaline, evidențiindu-se preferințele potasiului. Calciul poate fi prezent în nefelinul natural. Structura este asemănătoare tridimitului cu o remarcă: substituirea siliciului prin aluminiu, care are o altă electrovalență, creează posibilitatea apariției cationilor alcalini.

Geneză. Formarea și stabilitatea nefelinului a fost studiată în cadrul sistemelor nefelin—silice și nefelin—albit—anortit.

a) *Sistemul nefelin—silice.* Echilibrul nefelin—silice reprezintă un sistem eutectic cu compusul intermediar albit (fig. 228). Se remarcă existența unui prim eutectic nefelin—albit și a unui al doilea eutectic reprezentat prin albit—tridimit. Topiturile nesaturate în silice se deplasează spre eutecticul nefelin—albit. Existența unui conținut mare în albit (76%) al amestecului eutectic explică tendința nefelinului de a cristaliza timpuriu ca fenocristale. Topiturile suprasaturate în silice se deplasează spre eutecticul albit—silice; cristalizarea fracționată nu poate provoca în aceste situații apariția nefelinului independent, după cum nici tridimitul nu poate să cristalizeze dintr-o topitură în care există o proporție ridicată în $Na[AlSi_3O_8]$ și puțină silice.

Se pot ivi unele complicații; acestea sînt inversiunile cristobalit$\rightleftharpoons$tridimit (1 470°C) și existența formelor polimorfe de înaltă temperatură $NaAlSiO_4$. De asemenea, compozițiile nefelinului și albitului, care cristalizează în subsistemul $NaAlSiO_4$—$NaAlSi_3O_8$, indică schimbări de la formulele ideale; nefelinul conține un mic exces de SiO_2, pe cînd albitul are un foarte mic deficit de SiO_2.

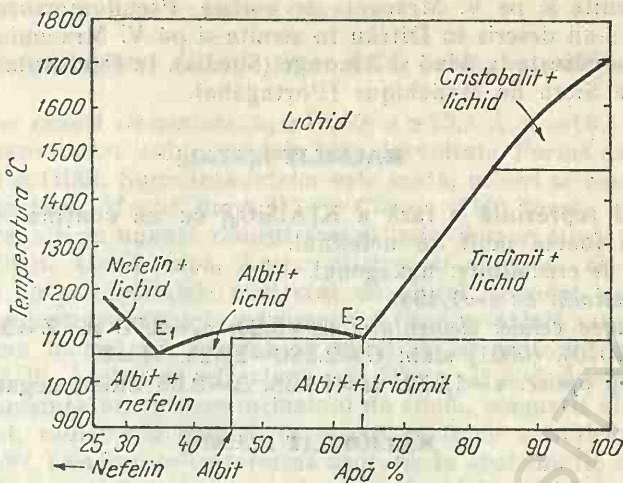


Fig. 228. Diagrama fazelor pentru o parte din sistemul nefelin-siliciu (după T. F. W. Barth).

Prezența apei în sistemul nefelin—silice aduce coborîrea curbelor de topire cu cîteva sute de grade. Eutecticul nefelin—albit este $Ab_{76}Ne_{24}$, 1 068°C în sistemul uscat $Ab_{72}Ne_{28}$, 870°C la o presiune a apei de 1 000 bari; temperatura eutectică la 2 000 bari este 720°C.

b) *Sistemul nefelin—albit—anortit* (fig. 229). Topiturile din cîmpul plagioclazului cristalizează în mod similar cu topiturile din cîmpul corespunzător sistemului diopsid—albit—anortit, cu deosebirea că plagioclazului i se alătură, în cele din urmă, nefelin în loc de diopsid. Procesul de cristalizare fracționată duce continuu la dezvoltarea unor lichide reziduale din ce în ce mai bogate în sodiu. Concomitent, însă, proporția de nefelin în raport cu albitul scade spre valoarea minimă ($Ab_{24}Ne_{76}$) fixată de eutecticul nefelin—albit.

Ocurență. Nefelinul este răspîndit aproape exclusiv în rocile magmatice alcaline, sărace în silice; sienite nefelinice, pegmatitele lor, fonolite etc. În rocile magmatice bogate în silice, nefelinul apare asociat albitului, iar cînd SiO_2 este în exces, nu se mai întîlnește. În rocile nefelinice de adîncime este întîlnit în parageneză cu haüyn, feldspați alcalini, hornblendă alcalină.

În România apare ca un constituent al rocilor intrusive alcaline (sienite nefelinice) în masivul Ditrău, unde a fost descris și sub numele de *eleolit*, și la Orșova unde se dezvoltă sub formă de prisme scurte idiomorfe. Au fost menționate pseudomorfoze de muscovit după nefelin (*liebenerit*), în masivul

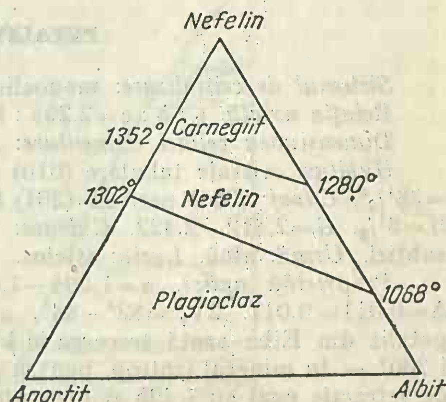


Fig. 229. Diagrama fazelor din sistemul nefelin-albit-anortit (după J. W. Greig și T. F. W. Barth).

Ditrău în sienite şi pe V. Mraconia în porfire. Pseudomorfoze de *cancrinit* după nefelin s-au descris în Ditrău în sienite şi pe V. Mraconia în tinguaite. În alte ţări se găseşte la Alnö şi Alnunge (Suedia), în Peninsula Kola şi Miask (U.R.S.S.), la Siera de Monchique (Portugalia).

KALSILIT $K[AlSiO_4]$

Kalsilitul reprezintă o fază a $K[AlSiO_4]$ cu un conţinut redus în Na. Se aseamănă foarte mult cu nefelinul.

Sistemul de cristalizare: hexagonal.

Relaţia axială: c : a=1,404.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=5,20; c_0=8,70 Å. Z=2.

Clivaj: $(10\bar{1}0)$, (0001) slab; *G*=2,590–2,625. *H*=6.

Proprietăţi optice. ε=1,532, ω=1,538, Δ=0,06 uniax negativ.

KALIOFILIT $K[AlSiO_4]$

Kaliofilitul este miscibil în toate proporţiile cu $NaAlSiO_4$, numai la temperaturi ridicate; poate conţine aproximativ 5–20% $NaAlSiO_4$.

Sistemul de cristalizare: hexagonal.

Relaţia axială: c : a=0,317.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=27; c_0=8,51 Å.

Habitus: cristale prismatice, groase. *Clivaj*: $(10\bar{1}0)$ şi (0001) slab. *G*=2,5–2,7. *H*=6.

Proprietăţi optice. ε=1,537, ω=1,533, Δ=0,004; uniax negativ.

Kaliofilitul sintetic se transformă într-o fază rombică la temperatura de 1 540°. Această fază este metastabilă la temperatura obişnuită. *Dimensiunile celulei elementare* pentru faza rombică: a_0=9,00; b_0=15,68; c_0=8,33 Å, iar *G*=2,60. *Proprietăţile optice*: α=1,528; β=1,535; γ=1,536. Δ=0,008, $2V_\alpha$ =39°. Macle de tipul aragonitului.

Ocurenţă. *Kaliofilitul* apare numai în rocile vulcanice cu un conţinut mare de potasiu şi un conţinut mic de silice, de exemplu la Monte Somma în Italia.

PETALIT $Li[AlSi_4O_{10}]$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relaţia axială: a : b : c=2,298 : 1 : 2,959; β=112°44′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=11,76; b_0=5,14; c_0=7,62Å .Z=2.

Habitus: cristale tabulare (010) sau alungite după axa *a*·(001) $\wedge$ (201)=$=38^1/_2$°. *Clivaj*: (001) perfect, (201) bun. *Macle*: lamelare, plan comun (001). *H*=$6^1/_2$. *G*=2,412–2,422. *Culoare*: alb, roşu, verde şi incolor în secţiuni subţiri. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. α=1,504–1,507, β=1,510–1,513, γ=1,516–1,523. Δ=0,011–0,017. $2V_\gamma$ =82°–84°, $\alpha \wedge a$=2°–8°, $\beta \wedge c$=24°–30°. Probele de petalit din Elba arată trecerea la 1 000°–1 100°C în mineral uniax, iar la 1 200° — în mineral izotrop, pentru ca la 1 370° să formeze o sticlă cu indice de refracţie egal cu 1,495 şi greutate specifică 2,29.

Ocurenţă. Poate fi întîlnit în pegmatite, deseori asociat cu spodumen, turmalină etc., ca de exemplu la Maine (Peru), insula Elba, Londonderry (Australia), Somero (Finlanda), Vaaruträsk (Suedia), Karibib (Namibia).

Sistemul de cristalizare: dimorf, peste 605° cubic; sub 605° tetragonal. 4/m $\overline{3}$ 2/m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 \simeq 13{,}00$; $c \simeq 13{,}8$ Å. Z=16.

Habitus: trapezoedru cubic, cristale bine dezvoltate. Forme caracteristice: (211), rar (110) şi (100). Suprafaţa feţelor este mată; uneori se constată pe ele straţiuni de maclare. *Macle*: după (110). *Clivaj*: (110) foarte slab; deseori lipseşte. *Culoare*: alb cu nuanţă cenuşie sau gălbuie, deseori şi cenuşiu, incolor în secţiuni subţiri. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos. $H=5^1/_2-6$. $G=2{,}47-2{,}50$.

Proprietăţi optice. Cristalele mici sînt de obicei izotrope, cristalele mai mari sînt slab anizotrope, structura izometrică fiind nestabilă sau metastabilă la 600°C. Forma izometrică externă se menţine cu ajutorul unei maclări complicate pe (110). Indicii de refracţie: $\omega=1{,}509$, $\varepsilon=1{,}508$. $\Delta=0{,}001$. Cristalele mai mari prezintă numeroase incluziuni de sticlă, magnetit etc., care sînt aranjate regulat, radiar sau paralel, în raport cu feţele cristalelor de leucit.

Transformări. Leucitul se transformă uşor, fie în analcim, fie în aşa-numitul pseudoleucit, care este un agregat de albit şi sericit ortoclaz şi sericit sau ortoclaz şi nefelin.

Geneză. Este un mineral magmatic tipic de temperaturi înalte, care se formează prin răcirea lavelor bogate în alcalii (îndeosebi K_2O) şi sărace în SiO_2; din această cauză el nu se găseşte în asociaţie cu cuarţul. Condiţiile de formare şi stabilitate au fost studiate în cadrul a două sisteme:

a) Sistemul leucit—silice. La presiune normală topiturile de feldspat potasic se topesc incongruent, dînd un lichid mai bogat în silice şi o cantitate echivalentă de leucit cristalizat. Sistemul binar leucit—silice (fig. 230) arată momentul separării leucitului în dreptul punctului O. Pe măsură ce leucitul se răceşte, se continuă cristalizarea sa, topitura urmînd curba OPR. Topitura din punctul R arată singura fază (1 150°C) de echilibru a leucitului cu feldspatul potasic. Leucitul reacţionează cu topitura, producînd sanidina, iar temperatura de reacţie rămîne constantă. Compoziţia în această etapă este

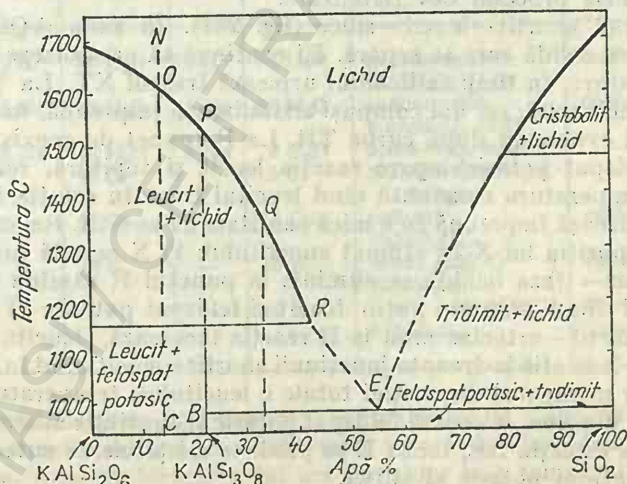


Fig. 230. Diagrama fazelor din sistemul leucit-silice (după J. F. Schairer şi N. J. Bowen).

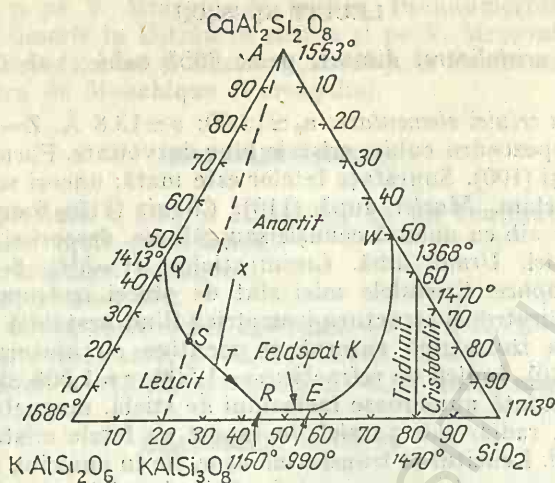
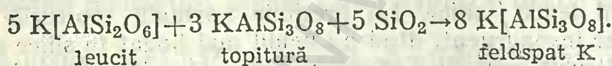


Fig. 231. Diagrama fazelor pentru sistemul anortit-leucit-silice (după J. F. Schairer și N. L. Bowen).

74% ortoclaz, 26% silice în exces, adică 3 K[$AlSi_3O_8$]+5 SiO_2. Reacția poate fi scrisă sub forma:



$$5\ K[AlSi_2O_6] + 3\ KAlSi_3O_8 + 5\ SiO_2 \rightarrow 8\ K[AlSi_3O_8].$$

leucit   topitură   feldspat K

Leucitul va fi prima fază cristalină care se separă din topiturile cu un mic exces de silice (punctul O); în această situație va rămîne o cantitate de lichid după ce întreg leucitul a fost consumat în reacția de la punctul R. Din acest moment temperatura va scădea din nou, curba urmată va fi RE, cu separare continuă de sanidină. În punctul E (eutectic) cristalizează sanidina și tridimitul, minerale care încheie procesul de cristalizare.

b) Sistemul anortit—leucit—silice (fig. 231). În zona AQSR, anortitul este prima fază solidă care se separă. El continuă să cristalizeze pe măsură ce scade temperatura, în timp ce lichidul urmează traseul XT. La T anortitului se asociază leucit solid; cei doi compuși cristalizează împreună, în timp ce prin răcire lichidul evoluează după curba TR. La R (punct de coexistență, leucit, anortit și feldspat potasic) apare reacția leucit și topitură, reacție care se produce la temperatura constantă cînd leucitul trece în soluție, iar feldspatul potasic cristalizează împreună cu o mică cantitate de anortit. Reacția evoluează în funcție de poziția lui X în cîmpul anortitului: 1) X se află între anortit—leucit—ortoclaz→ faza lichidă se elimină; la punctul R rămîne puțin leucit, produsul final fiind anortit, puțin leucit și feldspat potasic; 2) X se află la joncțiunea anortit—ortoclaz cînd în R reacția încetează, leucitul și lichidul se consumă; 3) X se află la dreapta joncțiunii anortit—leucit cînd în R mai există ceva lichid, în momentul dispariției totale a leucitului; temperatura din acest moment scade din nou, se separă feldspat potasic și cantități minore de anortit, curba urmează direcția RE, iar la E se produce cristalizarea eutectică a anortitului, feldspatului potasic și silicei.

Ocurență. Leucitul se găsește în roci efuzive în U.R.S.S. pe teritoriul Armeniei, în Turkestan pe rîul Ișein, în Siberia de est, apoi în Brazilia la Sao Paolo,

în S.U.A. la Magnet Cove. În cantități mari, sub formă de cristale de dimensiuni variate, se află în lavele de pe Monte Somma (Vezuviu) la Rocca Monfina și Capo di Bove (Italia), apoi la Vancouver (Canada).



ANALCIT $Na[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$

Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Relația axială: a=13,71.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=13,7 Å. Z=16.

Habitus: se întîlnește în aceleași forme ca și leucitul; mai rar în cristale cubice cu colțurile fețelor trapezoidale trunchiate. Se găsește și în mase granulare, sub formă de druze de cristale, în cavități, cruste și geode. *Clivaj*: (001) vizibil, deseori lipsește. $H=5-5^1/_2$. $G=2,24-2,29$. *Macle*: (001), (110) lamelare. *Culoare*: alb cu nuanță cenușie, roșietic sau verzui, uneori roșu de culoarea cărnii (datorită pigmenților de oxid de fier). *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. n=1,479—1,493.

Structură și chimism. Se cunosc varietăți bogate în K_2O. În analcit proporția de Na în celula elementară este de 16 Na, alternînd cu moleculele de apă care se așază similar în scheletul alumosilicatului. Sodiul poate fi schimbat prin alt cation în cadrul rețelei alumosilicatului fără a se schimba structura inițială. Astfel, apar schimbări de Na cu Li și Ag-analcit, unde dimensiunea celulei variază de la 13,5; 13,6 și 13,7 Å (B a r r e r, 1957). Na poate fi schimbat și cu Cs, indicînd în final o formulă similară analcitului; este vorba de *pollucit*, mineral descris de S t r u n z (1936) și de N á r o y — S z a b ó (1938). În structura acestui mineral, Cs se așează în pozițiile caracteristice moleculelor de apă (tabelul 277).

Tabelul 277

Schema pozițiilor moleculelor de apă și cationilor în scheletul alumosilicatului la analcit, leucit și polucit

W	S	W	S	W	Numele	Sistem	a_0	c_0
16 H_2O	16 K	16 H_2O	16 K	16 H_2O	potasiu-analcit $KAlSi_2O_6 \cdot H_2O$	cubic	13,8	—
16 H_2O	16 Na	16 H_2O	16 Na	16 H_2O	sodiu-analcit $NaAlSi_2O_6 \cdot H_2O$	cubic	13,7	—
{8 H_2O / 8 Cs	8 Na	{8 H_2O / 8 Cs	8 Na	8 H_2O / 8 Cs	sodiu-cesiu-analcit $Na1/2Cs1/2AlSi_2O_6 \cdot 1/2\ H_2O$	—	—	—
16 Cs	—	16 Cs	—	16 Cs	pollucit $CsAlSi_2O_6$	cubic	13,6	—
16 K	—	16 K	—	16 K	leucit (625°C) $KAlSi_2O_6$	cubic	13,4	—
16 K	—	16 K	—	16 K	leucit (sub 625°C) $KAlSi_2O_6$	tetragonal	13,0	13,8

Ocurență. Ca și zeoliții, analcitul se întîlnește de obicei ca produs al activității hidrotermale de temperatură joasă, legată de ultimele faze ale proceselor magmatice. Adesea, formarea lui are loc chiar la o temperatură mai mică de 100°C. În cazuri rare se formează, după cîte se pare, ca mineral primar prin cristalizarea magmei bogate în Na și H_2O la o presiune mare. În rocile cunoscute

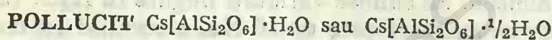
sub numele de taschenite (diabaze cu analcit) analcitul, fiind unicul alumosilicat de sodiu, cristalizează cel din urmă.

Cristale mari transparente se găsesc în tufurile vulcanice, ca cele din insulele Ciclopilor de lîngă Catania (Sicilia), în bazaltele din insulele Färöer, în Islanda, în diabaze la Bergen-Hill și la Patterson (S.U.A.), în minereul de magnetit de la Blagodot (U.R.S.S.).

În pegmatitele rocilor alcaline, bogate în sodiu (sienite nefelinice), analcitul se găsește în parageneza ultimelor minerale hidrotermale, substituind în cea mai mare parte nefelinul. Se întîlnește în pegmatitele din M. Ilmen (U.R.S.S.).

Ca neoformaţie, analcitul ia naştere uneori şi prin procese exogene. Astfel este prezent în solurile formate pe rocile leucitice și mai rar în rocile sedimentare.

În România a fost citat la Moldova Nouă, Oravița și Ciclova Română, ca produs hidrotermal al magmatismului banatitic; la Tulgheș și la Poiana, lîngă Orăștie, a fost determinat ca produs al activității hidrotermale, legate de magmatismul mezozoic.


POLLUCIT $Cs[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$ sau $Cs[AlSi_2O_6] \cdot {}^1/_2H_2O$

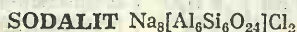
Sistemul de cristalizare: cubic, $4/m\ \overline{3}\ 2/m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13{,}6$ Å. Z=16.

Habitus: sub formă de cristale cubice, bine dezvoltate, la care se văd combinații de forme (100) și (210). Frecvent în mase compacte. *Clivaj*: practic lipsește. $H=6^1/_2$. $G=2{,}86-2{,}90$. *Culoare*: incolor. *Luciu*: sticlos.

Chimism. Compoziția chimică nu este constantă, conținutul în Cs_2O variază de regulă în jur de 30–32%. Este cunoscut amestecul izomorf între pollucit și analcit. Termenul extrem, pollucitul pur, practic nu este întîlnit în natură. În cantități mici poate să apară și Rb_2O, uneori K_2O.

Ocurență. Este cunoscut îndeosebi ca mineral hidrotermal și întîlnit în cavitățile miarolitice din granite și pegmatitele lor. Este legat paragenetic de silicații de litiu (petalit, lepidolit), fosfații de litiu (ambligonit) etc. În masele compacte de pollucit se observă vinișoare foarte subțiri de produse caolinoase provenite din alterarea lui. Pentru prima oară a fost determinat în granitele din insula Elba (Italia). A mai fost întîlnit în concentrații importante în zăcămintele cu lepidolit de la Karibib, Neineis și Okongava (Namibia) și de la Waaruträsk (Suedia).


SODALIT $Na_8[Al_6Si_6O_{24}]Cl_2$

Sistemul de cristalizare: cubic, $\overline{4}\ 3\ m$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=8{,}91$ Å. $Z=1$.

Habitus: deseori dodecaedri romboidali, mase granulare. *Macle*: (111), axul ternar fiind ax de maclă. *Clivaj*: (110) slab. $H=5^1/_2-6$. $G=2{,}27-2{,}33$. *Culoare*: incolor, cenușiu cu nuanță gălbuie, albăstrui, mai rar albastru. *Luciu*: sticlos. *Urmă*: albă.

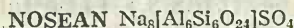
Proprietăți optice. $n=1{,}483-1{,}487$.

Chimism și structură. Formula celulei elementare este $Na_8Cl_2[AlSiO_4]_6$. În structura mineralului, ionii de Cl sînt așezați în colțurile și în centrul cubului, fiind înconjurați de ioni de sodiu coordonați tetraedric. Constituenții principali ai sodalitului rămîn Cl și Na. Calculul, în baza 21 oxigeni, arată pentru formula celulei elementare $3\ Al_2O_3 \cdot 6\ SiO_2$. Există posibilitatea substituirii Na prin

conținuturi mici de K și Ca, precum și a Al prin Fe^{3+} într-o proporție foarte mică. În zona de oxidare se descompune treptat ca oricare mineral bogat în alcalii.

Ocurență. Sodalitul este caracteristic rocilor alcaline eruptive, atît celor plutonice cît și îndeosebi celor efuzive. O ocurență clasică pentru acest mineral este masivul alcalin de la Ditrău (România), unde apare în sienite nefelinice (ditroite).

În alte țări se întîlnește în pegmatitele sienitelor nefelinice din S.U.A. de la Bancroft (Ontario), Ice River (Columbia); în U.R.S.S. la Zeravșan, (R. S. S. Tadjică), la Mariupol, în Munții Ilmen; apoi la Cerro Sapo în Bolivia la Serra de Monchique în Portugalia.



NOSEAN $Na_8[Al_6Si_6O_{24}]SO_4$

Sistemul de cristalizare: cubic, $\bar{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=9,05 Å. Z=1.

Habitus: mase granulare. *Macle*: (111). *Clivaj*: (110) slab. *H*=1/2. *G*= =2,30—2,40. *Culoare*: cenușiu cu nuanțe verzui, gălbui sau albăstrui, mai rar alb. *Luciu*: sticlos. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. n=1,495.

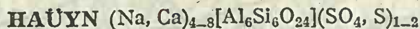
Chimism. Se remarcă o înlocuire limitată a Na prin Ca; substituirea Al prin Fe^{3+} este mai slabă, de regulă fierul apărînd ca impuritate mecanică. Incluziunile de minerale străine sînt destul de frecvente, iar ele imprimă cristalelor impresia unei coroziuni intense.

Tabelul 278

Dimensiunile celulelor elementare legate de chimismul mineralelor la feldspatoizi

Mineralul	Cation	Formula pentru celula elementară	a_0	Clasa	Referințe
Sodalit	Na_8	Cl_2 $[AlSiO_4]_6$	8,91	$\bar{4}$3m	Barth (1932)
Nosean	Na_8	SO_4 „	9,05	„	idem
Haüyn	$(Na, Ca)_{8-4}$	$(SO_4, S)_{1-2}$ „	9,13	„	idem
Lazurit	$(Na, Ca)_8$	$(SO_4, S, Cl)_{1-2}$ „	9,08	„	Strunz (1957)
Danalit	Fe_8	S_2 $[BeSiO_4]_6$	8,20	„	Glass și col. (1944)
Helvit	$(Mn, Fe, Zn)_8$	S_2 „	8,21——8,29	„	idem
Genthelvit	Zn_8	S_2 „	8,12	„	idem

Ocurență. Apare în roci alcaline eruptive, mai ales efuzive, de exemplu în lavele alcaline din insulele Canare, din insulele Capului Verde, apoi în regiunea Minusinsc (U.R.S.S.), în M. Albani (Italia).



HAÜYN $(Na, Ca)_{4-8}[Al_6Si_6O_{24}](SO_4, S)_{1-2}$



LAZURIT $(Na, Ca)_8[Al_6Si_6O_{24}](SO_4, S_2, Cl)_{1-2}$

Sistemul de cristalizare: cubic, $\bar{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: la haüyn — a_0=9,13 Å; la lazurit — a_0= =9,08 Å. Z=1.

Habitus: mase compacte, cristale cu habitus dodecaedric sau octaedric. *Macle*: (111). *Clivaj*: (110) potrivit. *H*=$5^1/_2$—6. *G*=2,44—2,50. *Culoare*:

haüynul: albastru-strălucitor, albastru ca cerul, verde, albastru sau albastru-cenuşiu, mai rar galben şi roşu; *lazuritul*: albastru-intens ca cerul, violet, uneori albastru-deschis sau albastru-verzui. *Luciu*: sticlos, în spărtură gras. *Urmă*: albă.

Proprietăţi optice. n=1,496—1,505 (haüynul), n=1,500 (lazuritul).

Chimism. În chimismul haüynului putem întîlni prezenţa Pb alături de Ca, varietate cunoscută sub numele de *röblingit*. Lazuritul conţine CaO în proporţie de cîteva procente; acest mineral datorită culorii albastre-strălucitoare este denumit şi *lapis-lazuli*.

Ocurenţă. Haüynul a fost găsit în Italia în lavele de la Monte Somma (Vezuviu), în asociaţie cu nefelinul şi leucitul, şi în zăcămîntul de lazurit de la Malo—Bistrinsk (Baical — U.R.S.S.). Lazuritul apare uneori la contactul rocilor eruptive alcaline (sienite, granite şi pegmatitele lor) cu roci carbonatice; mai rar în lavele alcaline de pe Vezuviu. Cel mai mare zăcămînt de lazurit semnalat de Marco Polo (1271) este zăcămîntul de la Badakshan din Afganistan, format în calcare pe cale metasomatică; în U.R.S.S. se găseşte la Malo—Bistrinsk, regiunea vestică a Baicalului; apoi pe Monte Somma (Italia) şi în regiunea San Bernardino din California —S.U.A.

HELVIT $(Mn, Fe, Zn)_8[BeSiO_4]_6S_2$

Sistemul de cristalizare: cubic, $\overline{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0 \simeq 8{,}29$ Å. Z=2.

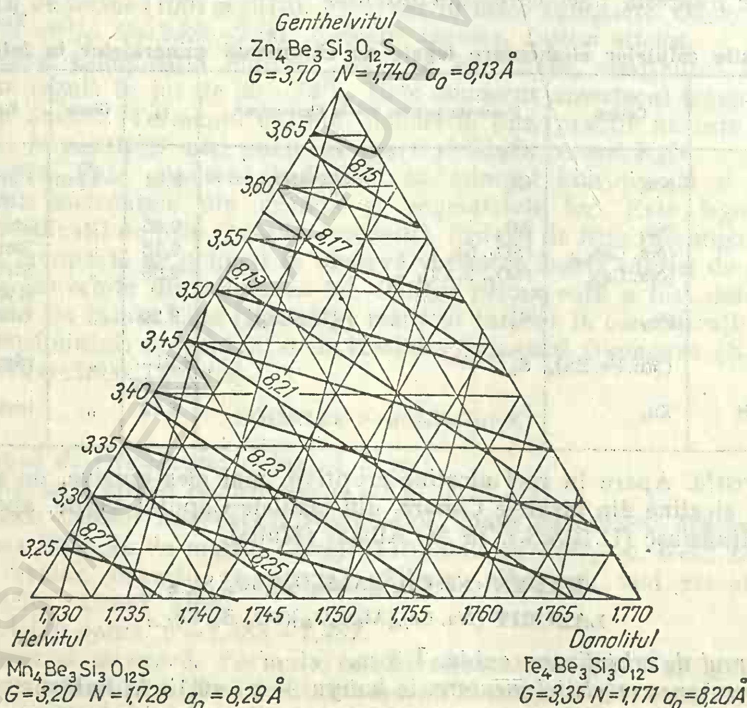


Fig. 232. Variaţia greutăţii specifice, a indicilor de refracţie şi a celulei elementare în grupa mineralelor helvit, danalit, genthelvit în raport cu compoziţia lor (după Glass şi col., 1944).

Habitus: cristale tetraedrice sau mase sferoidale. *Macle*: (111). *Clivaj*: (111) bun. *H*=6. *G*=3,20—3,44. *Luciu*: sticlos de smoală. *Culoare*: galben, galben-brun, roșu-brun, mai rar verde. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. n=1,728—1,749.

Ocurență. De obicei apare în filoane pegmatitice în asociație cu cuarțul, albitul și amazonitul. În Norvegia a fost găsit în sienitele agpaitice din regiunea Langesundfjord; în S.U.A. în exploatările de mică de la Amelia—Court (Virginia), iar în mase importante în zonele de contact ale riolitelor și granitelor cu calcarele la Sierra și Socorro (statul New—Mexico). La noi în țară a fost citat la Cavnic și Roșia Montană.

DANALIT $Fe_8[BeSiO_4]_6S_2$

Sistemul de cristalizare: cubic, $\bar{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,20 Å. Z=2.

Habitus: mase compacte. *Clivaj*: (111) potrivit. *H*=6. *G*=3,28—3,44. *Culoare*: galben, roz, roșcat, brun, roșu; în secțiuni subțiri, roz. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice. n=1,749—1,770.

Chimism. În spațiile specifice Na de la sodalit apar ioni de Fe^{2+}, iar spațiile Al din structura aceluiași mineral sînt ocupate cu Be; de asemenea ionii de Cl sînt înlocuiți aici prin S.

Ocurență. Mineral tipic zonelor de contact, se găsește în skarne și în granite sau granite pegmatitice. Reprezintă deseori o sursă pentru beriliu. Se găsește la Rockport, Gloucester (S.U.A.), la Imalka (Transbaicalia — U.R.S.S.), la Jxojöberg (Suedia).

GENTHELVIT $Zn_8[BeSiO_4]_6S_2$

Sistemul de cristalizare: cubic, $\bar{4}$ 3 m.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,12 Å. Z=2.

Habitus: mase compacte. *Clivaj*: (111) potrivit. *H*=$6^1/_2$. *G*=3,44—3,70. *Culoare*: purpuriu, roz, roșu-brun; în secțiuni subțiri, roz-pal. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

Proprietăți optice. n=1,740—1,746.

Ocurență. Se întîlnește în pegmatite granitice la El Paso (Colorado — S.U.A.), la Bukuru (Nigeria), în Cornwall (Anglia).

CANCRINIT $(Na, Ca)_{7-8}[Al_6Si_6O_{24}](CO_3, SO_4, Cl)_{1.5-2.0} \cdot 1-5\,H_2O$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=12,58—12,76; c_0=5,11—5,20 Å. Z=1.

Relația axială: a : c=1 : 0,405.

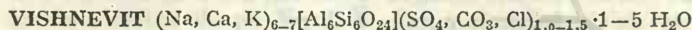
Habitus: rar sub formă de cristale, de regulă prismatice cu fețe de bipiramidă teșite; mase compacte; uneori sub formă de bordură în jurul cristalelor de nefelin, ca produs al transformării acestora. *Macle:* lamelare, rare. *Clivaj:* $(10\bar{1}0)$ perfect, (0001) potrivit. *Culoare:* alb, cenușiu cu nuanțe verzui sau gălbui, uneori roz-roșietic (din cauza lamelelor microscopice de Fe_2O_3). *Luciu:* pe fețele de clivaj sticlos, cu reflexe sidefoase; în spărtură după diferite direcții luciul este gras. *H*=5—6. *G*=2,51—2,42.

Proprietăți optice: $\omega=1{,}528-1{,}507$; $\varepsilon=1{,}503-1{,}495$; $\Delta=0{,}025-0{,}012$, uniax negativ.

Chimism. Compoziția este variabilă; pare a fi o serie continuă între carbonat-cancrinit (unde predomină anionul CO_3^{2-}) și sulfat-cancrinit (vishnevitul care conține anion suplimentar predominant SO_4^{2-}). Nu a fost identificat termenul pur de sulfat-cancrinit, mineral lipsit de CO_3. În compoziție mai apare K al cărui conținut crește odată cu scăderea sumei Na_2O+CaO.

Ocurență. Se formează în stadiul post-magmatic prin acțiunea soluțiilor carbonatate sau sulfatate asupra cristalelor de nefelin. La rîndul său cancrinitul suferă transformări trecînd în agregate de mică, zeoliți, carbonați.

Se găsește în masivele nefelin-sienitice din întreaga lume, iar în România în Masivul de la Ditrău.


VISHNEVIT $(Na, Ca, K)_{6-7}[Al_6Si_6O_{24}](SO_4, CO_3, Cl)_{1,0-1,5}\cdot 1-5\ H_2O$

Sistemul de cristalizare: hexagonal, 6.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=12{,}58-12{,}76$, $c_0=5{,}11-5{,}20$ Å. Z=1.

Habitus: asemănător cancrinitului, mase compacte. *Clivaj:* $(10\bar{1}0)$ perfect, (0001) potrivit. *Culoare:* albastru-deschis, albastru-închis, varietăți incolore. *Luciu:* sticlos. $H=5-6$. $G=2{,}42-2{,}32$.

Proprietăți optice. $\omega=1{,}507-1{,}490$, $\varepsilon=1{,}495-1{,}488$, $\Delta=0{,}012-0{,}002$. Valorile optice variază în funcție de conținuturile în CO_3 și SO_4. Vishnevitul își modifică greutatea specifică și indicele de refracție pe măsură ce temperatura crește, iar numărul de molecule de apă de cristalizare se micșorează (tab. 279).

Tabelul 279

Variația greutății specifice și a indicelui de refracție cu deshidratarea vishnevitului

Temperatura °C	Pierderea H_2O %	Indicele de refracție ω	Greutatea specifică g/cm³
15		1,489	2,328
150	3,51	—	—
200	4,99	—	—
250	5,53	—	—
300	6,01	1,474	2,310
350	6,41	—	—
400	6,61	1,472	2,308
450	6,71	—	—
500	6,71	1,463	2,306

Ocurență. Apare în munții Vishnevi din Urali (U.R.S.S.).

C. Grupa scapolitului


SCAPOLIT $(Na, Ca, K)_4[Al_3(Al, Si)_3Si_6O_{24}](Cl, F, OH, CO_3, SO_4)$

Sistemul de cristalizare: tetragonal, 4/m.

Relația axială: a : c=1 : 0,623−0,629.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=12{,}075$; $c_0=7{,}516$ Å (*marialit*) și $a_0=12{,}13$; $c_0=7{,}69$ Å (*meionit*) (valori pentru minerale sintetice); pentru scapolite naturale $a_0=12{,}01-12{,}29$, $c_0=7{,}54-7{,}76$ Å. $Z=2$.

Habitus: prismatic, deseori alungit, de obicei în direcția axului vertical. Cele mai răspîndite forme sînt (100), (110) și (210) și fețele de bipiramidă (111), (131), (331), (101); adesea se dezvoltă sub formă de granule sau mase granulare neregulate, formînd roci scapolitice compacte. *Clivaj:* (100), (110) bun. *Culoare:* de obicei incolor; varietățile netransparente sînt colorate în cenușiu, albastru-deschis, mai rar roșu, violet, portocaliu-brun. *Luciu:* sticlos, iar pe suprafețele de clivaj, sidefos. $H=5-6$. $G=2{,}50-2{,}62$ (*marialit*), 2,78 (*meionit*).

Proprietăți optice. Marialit: $Na_4[Al_3Si_9O_{24}]\,Cl$. $\omega=1{,}546-1{,}550$, $\varepsilon=1{,}540-1{,}541$, $\Delta=0{,}004-0{,}008$. Uniax negativ. *Meionit:* $Ca_4[Al_3Si_9O_{24}]CO_3$: $\omega=1{,}590-1{,}600$, $\varepsilon=1{,}556-1{,}562$, $\Delta=0{,}024-0{,}037$. Uniax negativ, dispersia moderată, orientarea $\alpha=c$ (fig. 449). Proprietățile optice variază în raport cu compoziția chimică (fig. 450).

Chimism și structură. Seria scapolitului se caracterizează printr-un izomorfism continuu ca și seria plagioclazilor. Spre deosebire de seria plagioclazilor aici se remarcă prezența anionilor suplimentari, sub formă de Cl, CO_3, SO_4, uneori F și OH. Prezența acestor anioni modifică sarcina electrică a scheletului, echilibrarea realizîndu-se prin intrarea cationilor suplimentari de Na și Ca. La fel ca în seria plagioclazului, pe măsură ce variază compoziția chimică, are loc înlocuirea dintre $Na+Si \rightleftharpoons Ca+Al$; în același fel există și relații reciproce între anionii de Cl, legați mai strîns de varietățile sodice și grupele SO_4^{2-} și CO_3^{2-} caracteristice varietăților bogate în Ca. Termenii extremi ai acestei serii sînt reprezentați printr-o specie minerală pur sodică numită *marialit* (Ma) și printr-o varietate pur calcică, numită *meionit* (Me). Pentru termenii cu compoziție intermediară s-a adoptat aceeași clasificare ca și pentru plagioclazi — după conținutul procentual în molecule de meionit Structura cristalină este reprezentată prin inele complexe formate din patru tetraedri cu colțurile îndreptate alternativ în jos și în sus. Acest inel formează coloane paralele cu axul „*c*" al cristalului. În interiorul scheletului reticular tetraedric se găsesc spații pentru cationii Na și Ca și goluri mai mari pentru anionii Cl, SO_4 și CO_3. Termenii din seria scapolitului sînt: *marialit* (Me_0-Me_{20}), *dipir* ($Me_{20}-Me_{50}$), *mizzonit* ($Me_{50}-Me_{80}$) și *meionit* ($Me_{80}-Me_{100}$).

Formula ideală a termenilor este $(Na_xCa_y)Al_{0,75x+1,5y}\,Si_{2,25x+1,5y}O_{24}R_{1-2}$. Dacă $x+y=4$ formula teoretică devine: $W_4Z_{12}O_{24}.R$, unde W=Ca și Na (cationi principali) uneori K și foarte rar Mg, Fe^{2+}, Mn și Ti; Z este Si și Al, iar R este reprezentat prin Cl, F, OH, HCO_3^-, HSO_4^- la *marialit* și CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, $(OH)_2^-$, Cl_2, F_2 la *meionit*.

Ocurență. Ca produse ale proceselor pneumatolitice, scapolitele se întîlnesc în cavitățile din rocile vulcanice, sub formă de druze, de cristale incolore, bine dezvoltate. Deseori se întîlnesc în zăcămintele metasomatice de contact, la limita masivelor intrusive de roci acide și bazice cu calcarele și dolomitele. Destul de frecvent se constată fenomene de substituire a altor minerale, mai ales a plagioclazilor, prin scapolite. S-a remarcat că scapolitele au de obicei o compoziție mai bazică decît plagioclazii. Scapolitele suferă și ele transformări secundare, micele, epidotul, albitul determinînd pseudomorfoze după scapolite. Pe seama scapolitului se formează și argile caolinoase.

Se găsesc în U.R.S.S. în M. Ilmen, în Karelia, în Peninsula Kola, apoi în Groenlanda, în Italia pe Monte Somma și Pianura, în Madagascar la Tsarasootra, în Brazilia, în Norvegia la Odergarden și Bamlé, în Finlanda la Pargas, în Franța în Ariège, în S.U.A. în statul Massachusetts la Bolton.

În R. S. România scapolitele apar ca produs al metamorfismului de contact, legat de masivele cristaline vechi sau de magmatismul banatitic. La Ditrău apar la contactul sienitelor cu rocile cristaline; în masivul Parîng în calcarele dolomitice cristaline din cristalinul Lotrului. În metamorfismul de contact al magmatismului banatitic scapolitul apare la Ocna de Fier fiind format prin endocontact pe seama plagioclazului în granodiorit-porfirit, apoi la Sasca Montană în skarne asociat cu pirita, la Vața-de-Jos, masivul Bihor și masivul Vlădeasa.

D. Grupa zeoliților

Formula teoretică $WmZrO_{2r} \cdot s\,H_2O$.

Aici intră o vastă grupă de minerale, alcătuită în esență din alumosilicați hidratați mai ales de Ca și Na, la care se adaugă Ba, Sr, K și extrem de rar Mg și Mn.

Zeoliții posedă o serie de proprietăți generale cu totul specifice (originale), determinînd astfel o grupă aparte. Cercetările röntgenometrice arată că structurile lor cristaline sînt formate din rețele tridimensionale, alcătuite din tetraedri de aluminiu, siliciu și oxigen și care se deosebesc de alte structuri tridimensionale prin aceea că în ele golurile sînt reprezentate prin canale mai largi. Un asemenea schelet cristalin conține în sine molecule de apă slab legate. Prin încălzire lentă apa poate fi eliminată treptat, fără a se distruge întreaga structură cristalină. Este de remarcat că apa eliminată în felul acesta poate fi din nou absorbită ajungîndu-se pînă la cantitatea inițială sau poate fi înlocuită cu molecule ale unor altor corpuri (hidrogen sulfurat, alcool etilic, amoniac etc.), iar mediul cristalin își păstrează omogenitatea; în mod corespunzător se schimbă numai proprietățile optice. Conținutul în apă din zeoliți este deci firesc să fie o mărime variabilă, depinzînd de condițiile exterioare (temperatura și tensiunea vaporilor de apă din mediul înconjurător). Așa-numita apă zeolitică se deosebește de apa de cristalizare tocmai prin faptul că prin încălzire ea se elimină, nu prin salturi la anumite temperaturi, ci treptat.

O altă particularitate caracteristică, foarte pronunțată la majoritatea zeoliților, este ușurința cu care are loc schimbul dintre cationii mineralelor (care echilibrează sarcina negativă a scheletului anionic) și cationii din soluția cu care mineralul vine în contact. Cationii eliberați se găsesc în golurile din rețelele zeoliților, eliminarea lor făcîndu-se fără modificarea structurii cristaline. Această proprietate este folosită mai ales la utilizarea zeoliților pentru dedurizarea apelor dure.

În contrast cu structurile feldspaților, caracterizate prin structurile tridimensionale mai compacte, în care fiecare celulă „egală" este ocupată prin cationi în rețelele cristaline ale zeoliților, spațiile libere nu sînt integral și omogen ocupate de cationi. Comparînd analizele chimico-structurale reiese că în afara tipului de substituire a cationilor întîlnit la feldspați (de pildă

Na+Si⇌Ca+Al sau K+Si⇌Ba+Al), la zeoliți există și un alt tip de înlocuire (anume Ca⇌Na_2, Ba⇌K_2 sau Na+Ca_2⇌Na_3Ca). În aceste cazuri, sarcina totală a cationilor înlocuiți este egală cu sarcina cationilor înlocuitori, aproximativ egali ca dimensiuni, deși totuși numărul ionilor este diferit; deci, scheletul mineralelor zeolitice conține o oarecare rezervă de spațiu pentru acest fel de substituție.

Prin comparație cu alumosilicații anhidri, mineralele din grupa zeoliților se caracterizează prin: duritate mai mică, greutate specifică mai mică, indici de refracție mai mici, atac chimic mai ușor la acțiunea acizilor. Majoritatea zeoliților se umflă la încălzire.

Asemănări apar în legătură cu condițiile de formare a lor. Iau naștere în procese endogene, la presiuni joase, în ultimele faze de temperaturi scăzute ale proceselor hidrotermale, aflîndu-se în cele mai multe cazuri alături de calcit, calcedonie, cuarț, hidrargilit și alte minerale. Zeoliții sînt întîlniți de obicei în rocile magmatice modificate hidrotermal, deseori în efuziunile scoriacee (tip Mendelstein), în bazalte (în erupțiile submarine); se găsesc de asemenea în pegmatite, unde se formează printre ultimele minerale, fie în cavități, fie pe cale metasomatică pe seama mineralelor formate anterior (feldspați, nefelin etc.), în multe zăcăminte metalifere hidrotermale și în unele depuneri actuale ale izvoarelor fierbinți.

În condiții exogene, zeoliții sînt răspîndiți de asemenea în multe regiuni. Există indicații că zeoliții se formează și în soluri.

În funcție de morfologie și structură zeoliții se împart în trei mari grupe:

1. *grupa natrolitului*, care include: natrolitul, mezolitul, scolecitul, thomsonitul, gonnarditul și edingtonitul; aspectul lor morfologic este fibros și au clivaj;

2. *grupa heulanditului*, care include: heulanditul, stilbitul și epistilbitul; se caracterizează printr-un clivaj plat și o structură legată prin mai multe plane, determinînd unghiuri drepte;

3. *grupa zeoliților*, care are o structură puternică, ce se prezintă ca un zid față de direcțiile cristalografice; aici se includ: harmotomul, philipsitul, chabasitul, gmelinitul, levyinitul, faujasitul (și analcitul). Cu o structură similară este și erionitul, dar cu o morfologie mai fibroasă.

Tabelul 280

Numărul tetraedrilor din inelele structurilor și diametrul aproximativ al canalelor determinate de acestea la diferiți feldspatoizi și zeoliți

Mineralul	Nr. tetraedrilor din inele	Dimametrul minim al interiorului canalelor (Å)
Sodalit, nosean	4 și 6	2,2
Analcit	4 și 6	2,2
Harmonton, philipsit	4 și 8	3,2
Levynit	4, 6 și 8	2,7
Erionit	4, 6 și 8	3,6
Chabasit	4, 6 și 8	3,9
Heulandit	5, 6 și 8	—
Gmelinit	4, 6, 8 și 12	6,4
Faujasit	4, 6 și 12	9,0

NATROLIT $Na_2[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 2H_2O$

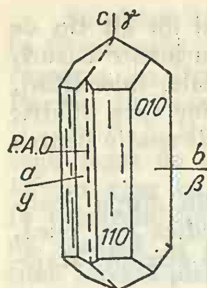


Fig. 233. Cristal de natrolit.

Sistemul de cristalizare: rombic (pseudotetragonal), m m 2.

Relația axială: a : b : c=0,982 : 1 : 0,354.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=18,30; b_0=18,63; c_0=6,60 Å. Z=8.

Habitus: columnar, cristale simple cu forme (110) uneori (010), (100) sau (111). *Macle:* (110) și (100) iar (031) rar. *Clivaj:* (110), $(\bar{1}10)$ aproape bun. *H*=5. *G*= =2,20—2,26. *Culoare:* alb, verde, galben, roz, roșu. *Luciu:* sticlos, mase fibroase, mătăsos. *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. α=1,473—1,483, β=1,476—1,486, γ=1,485—1,496, $\Delta \simeq$0,012. $2V_\gamma$=58°—64°. Orientarea α=a, β=b, γ=c, P.A.O.=(010). Dispersia mare.

Chimism și structură. Elementul structural de bază este grupul $Al_2Si_3O_{10}$ format din inele de patru tetraedri cu compoziția $Al_2Si_2O_8$ cu un tetraedru de SiO_4 sau AlO_4 suplimentari care alternează cu el. Aceste grupe sînt situate sub formă de lanțuri infinite paralel cu axul și se leagă unul de altul cu ajutorul colțurilor libere ale tetraedrilor de $(Si, Al)O_4$. În ansamblu, patru lanțuri de acest fel se situează în jurul unui ax helicoidal. Moleculele de H_2O formează un lanț în zig-zag paralel cu axul „c", în jurul fiecărui ax helicoidal dublu. Ionii de Na sînt înconjurați de 4 ioni de O^{2-} și de două molecule de H_2O. La fel ca la alți zeoliți, la natrolit ionii de Na se pot substitui cu alți cationi din soluțiile înconjurătoare.

Ocurență. Natrolitul se întîlnește în geodele rocilor eruptive efuzive bazaltice. În R. S. România este întîlnit ca mineral hidrotermal ca umplutură în diaclaze și în masa filoanelor metalifere legate de magmatismul vechi (Șvinița), de magmatismul mezozoic (Camena, Vîrghiș, Fizeș, Crăciunești, Hărțăgani, Almașu Mare) sau de cel neogen (Plopiș, Cavnic, Băiuț, Dorna-Cîndreni, Rupea).

Se întîlnește în Colorado la Table Mountain; în fonolitele din Auvergne (Franța), în insulele Fär Öer, în Islanda, în pegmatitele sienitice cu nefelin din M. Ilmen și Vișnevîce (U.R.S.S.), în minele de asbest de la Thetford (Canada) și la San Benito (California, S.U.A.).

MEZOLIT $Na_2Ca_2[Al_2Si_3O_{10}]_3 \cdot 8H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2.

Relația axială: a : b : c=8,658 : 1 : 2,813; β=90°.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=3×18,9; b_0=6,55; c_0=18,48 Å. Z=8.

Habitus: cristale fibroase, alungite după axul „b". *Macle:* (100) și (001). *Clivaj:* (101), $(10\bar{1})$ perfect. *H*=5. *G*=2,26. *Culoare:* incolor, alb, cenușiu sau gălbui. *Luciu:* sticlos. *Urmă:* albă.

Proprietăți optice. α=1,5048, β=1,5050, γ=1,5053. Δ=0,0005, $2V_\gamma$=80°. PAO=(010) — perpendicular pe alungire; $\alpha \wedge c$=8°.

Ocurență. Apare în cavități în rocile magmatice bazice. Mezolitul se deosebește de ceilalți zeoliți prin semnul ± al alungirii și prin birefringența

foarte slabă. *Pseudomezolitul* se aseamănă cu mezolitul de care însă se deosebește din punctul de vedere al proprietăților optice. Pseudomezolitul nu prezintă macle, are clivaj prismatic distinct și unghi de extincție mare; $\alpha \wedge c = 20°$. Unghiul optic este mai mic și în jurul axului „c”. Birefringența este foarte slabă, relieful negativ.

Mezolitul se întîlnește în umplutura filoanelor metalifere legate de magmatismul vechi și în diaclaze la Șvinița (R. S. România). În cavitățile rocilor bazice apare la Gates Mountain, Noua Scoție.

SCOLECIT $Ca[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 3H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, m.

Relația axială: a : b : c=0,975 : 1 : 0,345; β=90°39'.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=18,52; b_0=18,99; c_0=6,55 Å. Z=8.

Habitus: cristale prismatice subțiri, striate vertical; deseori în mase fibroase. *Macle:* (100), rareori (110) sau (101). *Clivaj:* (110), ($1\bar{1}0$) aproape perfect. *H*=5. *G*=2,25–2,29. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor sau alb.

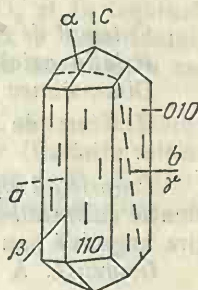


Fig. 234. Cristal de scolecit.

Proprietăți optice: α=1,507–1,513, β=1,516–1,520, γ=1,517–1,521, $\Delta \simeq 0,007$, $2V_\alpha$=36°–56°, $\alpha \wedge c$=18°, PAO $\perp$ (010).

Transformări. Scolecitul se transformă în *metascolecit* la o temperatură de 200–250°C cînd se produce o pierdere de aproximativ 8 H_2O (din 24 H_2O în U.C.). Metascolecitul cu 16 H_2O per unitatea celulară are pe a $\perp$ pe (010), $\gamma \wedge c$=18°, $2V_\alpha$=65°. n=1,505, Δ=0,010.

Ocurență. Scolecitul apare în cavități în bazalt și de asemenea în șisturi și la zonele de contact. Se deosebește de natrolit prin extincția înclinată și alungirea negativă, de thomsonit prin birefringența sa mai slabă, extincția înclinată și alungirea negativă, de mezolit prin birefringența mai ridicată, unghiul de extincție mai mare și alungirea negativă, iar de stilbit prin unghiul de extincție mai mare.

Se găsește în cavități în bazaltele de la Table Mountain (Colorado, S.U.A.), în sienite nefelinice în M. Vișnevîce, (Caucazul de nord, U.R.S.S.), în Islanda și la Poono la SE de Bombay (India).

THOMSONIT $NaCa_2[(Al, Si)_5O_{10}] \cdot 6H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic-pseudotetragonal, m m 2.

Relația axială: a : b : c=0,993 : 1 : 1,007.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=13,07; b_0=13,09; c_0 =2×6,63 Å. Z=4.

Habitus: cristale cu habitus prismatic pînă la fibros, striate vertical; de obicei sînt lamelare, paralel cu (010), deseori radiare. *Macle:* (110). *Clivaj:* (010) perfect, (100) bun. *H*=5–5½. *G*=2,10–2,39. *Culoare:* incolor, alb, galben, roz; incolor în secțiuni subțiri. *Luciu:* sticlos. *Urmă:* albă.

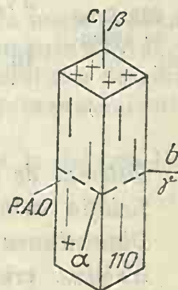


Fig. 235. Cristal de thomsonit.

Proprietăți optice: $\alpha=1,497-1,530$, $\beta=1,513-1,533$, $\gamma=1,518-1,544$, $\Delta=0,006-0,015$, $2V_\gamma=42°-75°$, $\alpha=a$, $\beta=c$, $\gamma=b$. PAO=(001). Odată cu scăderea conținutului în apă scade valoarea indicelui de refracție.

Transformări. Prin încălzire thomsonitul își pierde apa și în același timp asistăm la o scădere a valorii indicilor de refracție cu aproximativ 0,001 pentru fiecare 100° pînă la 300°. Thomsonitul suferă o inversiune la o temperatură care variază cu compoziția; la temperaturi ridicate trece în *metathomsonit*, care are planul axelor optice paralel cu (100). *Gonnarditul* este de fapt un metathomsonit stabil la temperatura normală.

Ocurență. Thomsonitul este asociat cu alți zeoliți, cu prehnitul în cavitățile din rocile magmatice bazice; se diferențiază față de ceilalți zeoliți prin extincția sa paralelă și prin semnul ± al alungirii.

Se găsește în cavitățile din bazaltul de la Cignot, Franța.

GONNARDIT $Na_2Ca[(Al, Si)_5O_{10}]_2 \cdot 6\ H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic-pseudotetragonal, m m 2.

Relația axială: a : b : c=1,000 : 1 : 0,498.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13,38$; $b_0=13,38$; $c_0=6,66$ Å. Z=2.

Habitus: de obicei fibros. *H*=5. *G*=2,30. *Culoare:* alb. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos.

Proprietăți optice. $\alpha=1,497-1,506$, $\gamma=1,499-1,508$, $\Delta\simeq0,002$, aproape identic cu *metathomsonitul*, $2V\alpha=50°$, $\alpha=c$. Se transformă în zeolit cu alungire negativă sau thomsonit. Apare în cavitățile din bazalte.

Ocurență. A fost găsit la Table Mountain, Colorado, S.U.A.

EDINGTONIT $Ba[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 4\ H_2O$

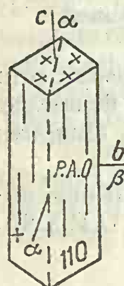


Fig. 236. Cristal de edingtonit.

Sistemul de cristalizare: rombic, 2 2 2.

Relația axială: a : b : c=0,987 : 1 : 0,673.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,60$; $b_0=9,60$; $c_0=6,54$ Å. Z=2.

Habitus: cristale prismatice pseudotetragonale, piramidale. *Clivaj:* (110) și (1$\bar{1}$0). *G*=2,7–2,8. *Culoare:* alb, cenușiu, roz; incolor în secțiuni subțiri. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos.

Proprietăți optice: $\alpha=1,541$, $\beta=1,553$, $\gamma\simeq1,557$. $\Delta=0,015$, $2V_\alpha=54°$, $\alpha=c$, $\beta=b$, $\gamma=a$, PAO=(010).

Ocurență. Împreună cu thomsonitul și cu analcitul apare în umplutura filoanelor de la minele Böhl (Suedia).

HEULANDIT $(Ca, Na_2)[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 6\ H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic-pseudomonoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,418 : 1 : 0,891; $\beta=91°26'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=15,85$; $b_0=17,84$; $c_0=7,46$ Å. Z=4.

Habitus: cristale tabulare (010) sau echidimensionale avînd un aspect rombic; agregate aproape paralele. *Clivaj:* (010) perfect. $H=3^1/_4-4$. $G=2,1-2,2$. *Culoare:* incolor, alb sau gălbui, cenușiu, cafeniu sau roșu; incolor în secțiuni subțiri.

Relația între celula elementară a zeoliților din grupa heulanditului (după Strunz și Tennyson, 1956)

	a_0	b_0	c_0	β	Z
Heulandit	17,71	17,84	7,46	116°20′	4
Stilbit	13,63	18,17	11,31	129°10′	4
	$1/3[201]_H=13,10$		$3/2[001]_H=11,19$	$\beta'_H=126°08'$	
Epistilbit	8,92	17,73	10,21	124°20′	3
	$1/3[104]_H=9,04$		$2/3[101]_H=10,59$	$\beta''_H=124°24'$	
Brewsterit	6,77	17,41	7,66	93°04′	2

Proprietăți optice. β=1,491–1,505, α=1,493–1,503, γ=1,500–1,512, Δ≈0,006. 2V variabil, orientarea optică variabilă, PAO de regulă ⊥ (010). Proprietățile optice variază în funcție de conținutul în SiO_2 și în legătură cu numărul de molecule de apă rămase la încălzirea lentă a mineralului. Rareori apare fibros, prezintă însă un clivaj lamelar pe care bisectoarea ascuțită pozitivă este perpendiculară.

Ocurență. Se găsește în cavități în bazalte și în șisturi. Apare la Bornfjord (Islanda), Bombay (India) și aproape de Pigeon Bay (Ontario — Canada), apoi la Furnlund (Norvegia), Andreasberg (M. Harz — R. F. Germania). La noi în țară este citat la Rimetea, Poiana, Techereu și Căprioara — Lipova.

STILBIT $(Ca, Na_2, K_2)[Al_2Si_7O_{18}]\cdot 7\,H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,750 : 1 : 0,623; β=129°10′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=13,63; b_0=18,17; c_0=11,31 Å. Z=4.

Habitus: cristale aplatizate, paralel cu (010) și totdeauna alungite de-a lungul lui „c"; deseori în agregate în formă de mănunchi. *Macle*: comune după (001), în formă de cruce dînd figuri pseudorombice, în întrepătrundere. *Clivaj*: (010) aproape perfect, (100) slab. *H*=$3^1/_2$–4. *G*=2,1–2,2. *Culoare*: alb sau gălbui; incolor în secțiuni subțiri.

Proprietăți optice. α=1,484–1,500, β=1,492–1,507, γ=1,494–1,513. Δ≃0,01, $2V_\alpha$ =30°–49°, β=b, α∧c≃5°, PAO=(010).

Ocurență. Apare în cavități în bazalte și alte roci; deseori în unele depozite ale izvoarelor fierbinți. Se deosebește de philipsit și harmoton prin faptul că se prezintă în agregate lamelare, prin clivajul său, prin semnul său de alungire și unghiurile de extincție. De heulandit se deosebește și prin semnul optic și orientarea optică.

Poate fi găsit în S.U.A. la Chester (Massachussetts) și la Bergen-Hill (New Jersey).

EPISTILBIT $Ca[Al_2Si_6O_{16}]\cdot 5\,H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relația axială: a : b : c=0,419 : 1 : 0,432, β=124°20′.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=8,92; b_0=17,73; c_0=10,21 Å. Z=3.

Habitus: cristale prismatice; agregate sferice, radiare. *Macle*: (100) sau (010); poate forma macle în cruce de penetrație. *Clivaj*: (010) aproape perfect. $H=4$. $G=2,2$. *Culoare*: incolor, alb sau roz; incolor în secțiuni subțiri.

Proprietăți optice. $\alpha=1,485-1,505$, $\beta=1,497-1,515$, $\gamma=1,497-1,519$; $\Delta=0,010-0,014$; $2V_\alpha=44°$; $\beta=b$, $\gamma \wedge c=10°$; PAO=(010).

Ocurență. Apare deseori asociat cu stilbitul în cavitățile rocilor. Se deosebește de stilbit și mezolit prin semnul alungirii, de philipsit prin unghiurile de extincție mai mici.

Apare în cavitățile din rocile de la Pocna (India), Bergen-Hill (New Jersey — S.U.A.).

PHILIPSIT $(1/2\,Ca, Na, K)_3[Al_3Si_5O_{16}]\cdot 6\,H_2O$

Sinonim: *cristianit*.

Sistemul de cristalizare: monoclinic sau rombic, 2/m sau 2.

Relația axială: a : b : c=0,702 : 1 : 0,605, $\beta=125°40'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=10,02$; $b_0=14,28$; $c_0=8,64$ Å. Z=2.

Habitus: cristale prismatice aciculare, alungite după axul „c"; sferulițe. *Macle*: (001), (021), (110) de penetrație; sub formă de cruce dreptunghiulară. *Clivaj*: (010), (100) bun. $H=4-4^1/_2$. $G=2,2$. *Culoare*: incolor, alb sau colorat în galben sau roșu. *Luciu*: sub forma unui email alb.

Proprietăți optice. $\alpha=1,483-1,504$, $\beta=1,484-1,509$, $\gamma=1,486-1,514$, $\Delta=0,003-0,010$, $2V_\gamma=60°-80°$, $\alpha=b$, $\beta \wedge a=46°$ și 65°, PAO ⊥(010).

Ocurență. Philipsitul apare în druze, în roci magmatice, este frecvent întîlnit în argile roșii; se formează în jurul izvoarelor fierbinți, asociat deseori cu chabasitul, mai rar cu thomsonitul, calcitul și apofilitul. Maclarea philipsitului este foarte caracteristică.

Apare în lavele de la Monte Somma (Vezuviu), în Sicilia, apoi la Oci Castello, în Islanda.

HARMOTOM $Ba[Al_2Si_6O_{16}]\cdot 6\,H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c=0,695 : 1 : 0,614, $\beta=124°50'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=9,87$; $b_0=14,14$; $c_0=8,72$ Å. Z=2.

Habitus: asemănător cu cristalele de philipsit, alungite puternic după axul „c". *Macle*: (001), (021), (110), în formă de cruce. $H=4^1/_2$. $G=2,41-2,47$. *Culoare*: incolor.

Proprietăți optice. $\alpha=1,503-1,508$, $\beta=1,505-1,509$, $\gamma=1,508-1,514$, $\Delta=0,005-0,008$, $2V_\gamma=80°$, $\gamma=b$, $\alpha \wedge a=63°$ și 87°. PAO ⊥(010). Prin încălzire, valoarea unghiului de extincție crește, iar unghiul optic scade repede.

Ocurență. Se întîlnește în cavitățile rocilor bazaltice. Se deosebește de philipsit prin greutatea specifică mai mare și prin orientarea optică.

Apare în cavități în bazalte la Strontion (Scoția), Kingsberg (Norvegia), Rabbit Mountain (Ontario—Canada), Andreasberg (M. Harz—R.F. Germania).

CHABASIT $Ca[Al_2Si_4O_{12}]\cdot 6\,H_2O$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 1,086.

Dimensiunea celulei elementare: $a_{0\,hex.}=13,8$; $c_{0\,hex.}=15,0$ Å. Z=6.

Habitus: cristale romboedrice, aproape cubice, cruste, secreții, mase compacte. *Macle*: frecvente macle de concreștere, avînd deseori colțuri cu 3 fețe proeminente (0001). *Clivaj*: (10$\bar{1}$1) slab. $H=4^1/_2$. $G=2{,}05-2{,}10$. *Culoare*: alb cu nuanțe roșietice sau brun. *Luciu*: sticlos. *Urmă*: albă.

Proprietăți optice: $\varepsilon \simeq \omega = 1{,}470-1{,}494$. $\Delta=0{,}002-0{,}005$, uniax negativ.

Ocurență. Se întîlnește în multe roci sub formă de geode mici, în cavitățile rotunde ale bazaltelor, ale fonolitelor și altor roci efuzive, asociat cu philipsitul și calcitul.

În România apare ca produs hidrotermal și pe diaclaze, asociat mineralizațiilor legate de șisturile cristaline (Muntele Mic), de magmatismul mezozoic (Țebea, Poiana, Techerău), de cel banatitic (Moldova Nouă) și de cel neogen (Baia Mare, Bucuresci).

Se găsește în bazaltele și fonolitele din M. Boemiei, în insulele Fär Öer, la Paterson (New York — S.U.A.), apoi în Islanda în cochilii de moluște fosile, iar în depozite de izvoare fierbinți la Plombières (Franța).

GMELINIT $(Na_2, Ca)[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6\,H_2O$

Sistemul de cristalizare: trigonal.

Relația axială: a : c=1 : 1,017.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13{,}72$; $c_0=9{,}95$ Å. Z=4.

Habitus: romboedric, mase compacte. *Clivaj*: (10$\bar{1}$0) bun, (0001) aproape bun. *Culoare*: alb, verde, alb cu nuanță roșietică. *Luciu*: sticlos. *Urmă*: albă. $H=4^1/_2$. $G=2{,}1$.

Proprietăți optice. $\varepsilon=1{,}474-1{,}480$, $\omega=1{,}476-1{,}494$, $\Delta=0{,}002-0{,}015$, uniax negativ.

Se aseamănă cu chabasitul, de care se deosebește prin clivaj. Chabasitul și gmelinitul formează o serie continuă. Au posibilitatea de a-și schimba conținutul în apă, precum și în Na_2 și Ca, fără ca prin aceasta structura mineralului să se modifice.

Ocurență. Apare în amigdalele din bazalte la Glenarm (Islanda) și la Bergen-Hill (New Jersey).

LEVYNIT $Ca[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6\,H_2O$

Sistemul de cristalizare: trigonal, $\bar{3}$ 2/m.

Relația axială: a : c=1 : 0,836.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13{,}3$; $c_0=22{,}5$ Å. Z=9.

Habitus: cristale prismatice. *Macle*: de concreștere. *Clivaj*: imperfect. *Culoare*: incolor, colorat în roșcat sau gălbui, datorită impurităților. $H=4^1/_2$. $G=2{,}1$.

Proprietăți optice. $\varepsilon=1{,}491-1{,}500$, $\omega=1{,}496-1{,}505$, $\Delta=0{,}002-0{,}006$, uniax negativ.

Ocurență. Apare în amigdalele din bazalte la Table Mountain, Colorado.

LAUMONTIT — LEONHARDIT $Ca[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 4-3^1/_2\,H_2O$

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2 sau m.

Relația axială: a : b : c=1,145 : 1 : 0,591; $\beta=111°30'$.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=14{,}90$; $b_0=13{,}17$; $c_0=7{,}55$ Å. Z=4.

Habitus: cristale prismatice, similare piroxenilor. *Macle*: (100). *Clivaj*: (010), (110) bun. $H=3-3^1/_2$. $G=2,2-2,3$. *Culoare*: alb, cenuşiu, gălbui; incolor în secţiuni subţiri.

Proprietăţi optice. $\alpha=1,502-1,514$, $\beta=1,512-1,522$, $\gamma=1,514-1,525$; $\Delta=0,01$; $2V_\alpha=26°-47°$. Orientarea: $\beta=b$, $\gamma \wedge c=8°-33°$; PAO=(010).

Transformări. Pierde uşor aproximativ 1/8 din apa sa, transformîndu-se într-o pulbere denumită *caporcianit*. Datorită schimbului de cationi, laumontitul poate pierde aproximativ 1/3 din conţinutul în Ca, preluînd K_2 (sau Na_2), pierdere concomitentă cu pierderea apei; în această stare poartă denumirea de *leonhardit*, iar indicii de refracţie se micşorează cu cca 0,003 sau chiar mai mult.

Ocurenţă. Laumontitul apare în filoane, în şisturi, ardezii, în cavităţile rocilor magmatice. Se deosebeşte de philipsit prin unghiul de extincţie mare şi birefringenţa mai ridicată.

Apare în cavităţile din rocile magmatice la Peter's Point (Noua Scoţie) şi Bergen-Hill (New Jersey).

MORDENIT $(Na_2, K_2, Ca)[Al_2Si_{10}O_{24}] \cdot 7\ H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2.

Relaţia axială: a : b : c=0,896 : 1 : 0,369.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=18,13$; $b_0=20,49$; $c_0=7,52$ Å. Z=4.

Habitus: cristale prismatice, striate vertical; agregate granulare. $H=3-4$. $G=2,12-2,15$. *Culoare*: incolor, gălbui sau roz.

Proprietăţi optice; $\alpha=1,472-1,483$, $\beta=1,475-1,485$, $\gamma=1,477-1,487$, $\Delta=0,005$, $2V\alpha=76°-104°$. Orientarea $\alpha=c$, $\beta=a$, $\gamma=b$. PAO=(100). Unghiul optic fiind variabil şi mai mare poate fi negativ şi adesea şi pozitiv. *Ashtonitul* este o varietate cu indicii de refracţie ceva mai scăzuţi.

Ocurenţă. Se întîlneşte în cavităţi în bazalte; se deosebeşte de heulandit prin orientarea optică şi refringenţa mai mică.

Apare în cavităţi în bazaltul de la Morden (Noua Scoţie) şi la Hoodo Mountains (Wyoming).

GISMONDIT $Ca[Al_2Si_2O_8] \cdot 4\ H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relaţia axială: a : b : c=0,958 : 1 : 0,942.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=13,68$; $b_0=14,28$; $c_0=10,60$ Å. Z=1.

Habitus: cristale pseudotetragonale produse prin maclare după (110) şi (001). *Macle*: (110) şi (001). *Clivaj*: (101) distinct. $H=4$. $G=2,27$. *Culoare*: incolor, alb sau cenuşiu. *Luciu*: sticlos.

Proprietăţi optice. $\alpha=1,5308$, $\beta=1,5402$, $\gamma=1,5484$, $\Delta=0,0176$, $2V_\alpha = 82°-86°$.

Ocurenţă. Apare în cavităţi în roci vulcanice, deseori alături de philipsit. Forma exterioară este caracteristică datorită maclării. În gismondit Ca+Al pot fi înlocuiţi prin K+Si sau Na+Si.

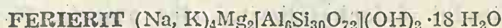
FAUJASIT $(Na_2, Ca)_{1,75}[Al_{3,5}Si_{8,5}O_{24}] \cdot 16\ H_2O$

Sistemul de cristalizare: cubic.

Habitus: cristale octaedrice. *Macle*: (111). *Clivaj*: (111) distinct. $H=5$. $G=3$. *Culoare*: incolor sau slab colorat de impurităţi.

Proprietăți optice. Izotrop. Pierderea unei cantități de apă îl face să devină anizotrop, uniax pozitiv, cu n=1,480 și cu birefringența slabă. Birefringența scade prin încălzire, iar la 150°C după ce a pierdut 12 H_2O mineralul este din nou izotrop. Dacă încălzim în continuare el devine din nou uniax, de astădată negativ. Prin răcire în aer umed, mineralul preia din nou apa, iar unghiul optic se inversează.

Ocurență. Faujasitul apare alături de augit cu limburgite la Baden.



FERIERIT $(Na, K)_4Mg_2[Al_6Si_{30}O_{72}](OH)_2 \cdot 18\ H_2O$

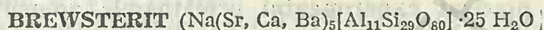
Sistemul de cristalizare: rombic.

Habitus: prismatic. *Clivaj*: (100) perfect. $H=3-3^1/_2$. $G=2{,}15$. *Culoare*: incolor pînă la alb.

Proprietăți optice. $\alpha=1{,}478$, $\beta=1{,}479$, $\gamma=1{,}482$, $\Delta=0{,}004$, $2V_\gamma=50°25'$.

Chimism. Prezintă o particularitate față de ceilalți zeoliți, conținînd în constituția sa și Mg.

Ocurență. Apare împreună cu calcedonia în bazaltul de la Kamloop-e Lake, Columbia, S.U.A.



BREWSTERIT $(Na(Sr, Ca, Ba)_5[Al_{11}Si_{29}O_{80}] \cdot 25\ H_2O$

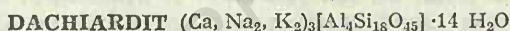
Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relația axială: a : b : c=0,405 : 1 : 0,420; $\beta=93°40'$.

Habitus: cristale de obicei prismatice, alungite vertical, striate și aplatizate paralel cu (010). *Clivaj*: (010) perfect. *Culoare*: alb, gălbui, verzui; incolor în secțiuni subțiri. $H=5$. $G=2{,}45$.

Proprietăți optice. $\alpha=1{,}510$, $\beta=1{,}512$, $\gamma=1{,}523$, $\Delta=0{,}013$, $2V_\gamma=65°$. PAO $\perp$(010). $\alpha \wedge c=$cca 22°.

Ocurență. Apare în cavități în forme de druze, în șisturi și bazalte la Strontion (Scoția) și Barèges (Franța).



DACHIARDIT $(Ca, Na_2, K_2)_3[Al_4Si_{18}O_{45}] \cdot 14\ H_2O$

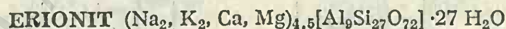
Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relația axială: a : b : c=2,480 : 1 : 1,370; $\beta=107°49'$.

Habitus: cristale prismatice; aspect pseudohexagonal prin maclare. *Macle*: (110) frecvent. *Clivaj*: (100) perfect. $H=4-4^1/_2$. $G=2{,}165$. *Culoare*: incolor.

Proprietăți optice: $\alpha=1{,}492$, $\beta=1{,}496$, $\gamma=1{,}500$, $\Delta=0{,}008$, $2V_\gamma=65°$. PAO $\perp$(010).

Ocurență. Apare în insula Elba.



ERIONIT $(Na_2, K_2, Ca, Mg)_{4,5}[Al_9Si_{27}O_{72}] \cdot 27\ H_2O$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Habitus: prismatic. *Clivaj*: (100) perfect. $H=3-3^1/_2$. $G=2{,}00$. *Culoare*: incolor pînă la alb.

Proprietăți optice: $\alpha=1{,}438$, $\beta=1{,}432$, $\gamma=1{,}442$, $\Delta=0{,}004$.

Ocurență. Apare în riolite, în Oregon, S.U.A.

E. Grupa mineralelor SiO_2

Bioxidul de siliciu se întîlnește în natură sub forma mai multor minerale: cuarț, tridimit, cristobalit, opal, coesit, stishovit și lechatelierit. Forma cea mai frecventă aparține cuarțului; tridimitul și cristobalitul, prezenți în roci vulcanice, sînt mai rari; opalul este un mineral puțin comun; coesitul și stishovitul sînt caracteristici meteoriților, iar lechatelieritul (silicea sticloasă) apare foarte rar. Opalul și lechatelieritul sînt amorfe. Formele cristalizate prezintă fenomenul de enantiotropism; modificația cuarț este stabilă pînă la temperatura de 870°C, după care se trece în domeniul de stabilitate a tridimitului, care este întîlnit pînă la temperatura de 1 470°C cînd se transformă în cristobalit; la temperatura de 1 713°C se topește trecînd în silice lichidă Fiecare din aceste forme se poate prezenta în cîte două modificații care se transformă una în alta (enantiotrop). Modificația de temperatură înaltă se notează cu β, iar cea de temperatură joasă cu α. Modificațiile β ale tridimitului și cristobalitului sînt cu totul instabile la temperatură ordinară. Pentru celelalte modificații s-au precizat experimental următoarele domenii de stabilitate:

$$\text{cuarț } \beta \underset{}{\overset{573°C}{\rightleftarrows}} \text{cuarț } \alpha \overset{870°C}{\rightleftarrows} \text{tridimit } \alpha \overset{1470°C}{\rightleftarrows} \text{cristobalit } \alpha \overset{1713°C}{\longrightarrow} \text{silice lichidă.}$$

Trecerea cuarțului α în cuarț β se realizează la temperatura de 573°C; pentru modificația tridimit, temperatura de transformare a α-tridimitului în β-tridimit se realizează la 117°C și 163°C; pentru modificația cristobalit trecerea de la α-cristobalit la β-cristobalit se petrece la 200°C și 275°C.

În afară de mineralele menționate mai există o formă criptocristalină cu structură fibroasă, calcedonia.

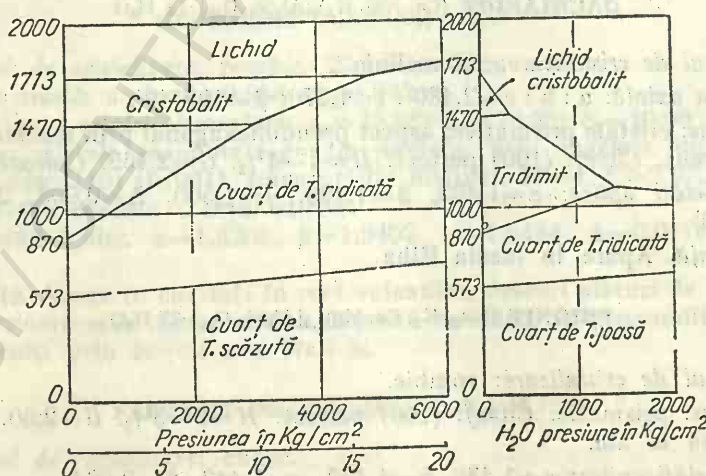


Fig. 237. Relația de stabilitate între diferitele forme ale SiO_2.

Diferitele forme sînt caracterizate prin valori diferite ale greutății specifice care desigur se manifestă și prin variații ale indicelui de refracție (tab. 282),

Tabelul 282

	Densitatea	Indice de refracție
Stishovit	4,28	1,82
Coesit	2,93	1,60
Cuarț	2,65	1,55
Cristobalit	2,32	1,49
Tridimit	2,26	1,47
Lechatelierit	2,20	1,46

CUARȚ SiO_2

Sistemul de cristalizare: trigonal, 3 2 (stabil sub 573°C și la presiunea de o atmosferă) pentru α-cuarț și hexagonal, 6 2 2 (stabil peste 573°C) pentru β-cuarț.

Relația axială: a : c=1 : 1,100.

Dimensiunea celulei elementare: a_0=4,913; c_0=5,405 Å, Z=3 pentru α-cuarț; a_0=5,010, c_0=5,470 Å pentru β-cuarț.

Habitus: cristalele de β-cuarț, mai exact pseudomorfozele de α-cuarț au un aspect de bipiramidă hexagonală, cu fețele de prismă scurte sau inexistente (situații întîlnite în rocile efuzive bogate în silice — liparite, porfire cuarțifere etc., ca separații timpurii din magma lichidă). Modificația de temperatură joasă este întîlnită sub formă de cristale bine dezvoltate, la care sînt vizibile fețe de prismă $(10\bar{1}0)$, fețe de romboedrii $(10\bar{1}1)$ și $(01\bar{1}1)$, de bipiramidă trigonală $(11\bar{2}1)$, de trapezoedru trigonal $(51\bar{6}1)$. Fețele de prismă arată deseori striațiuni orizontale. În cazurile în care fețele de romboedri se dezvoltă egal, cristalele capătă formă de bipiramide hexagonale; la aceste cristale, fețele de romboedru se deosebesc net de fețele de bipiramidă tipice prin proprietățile lor fizice: primele prezintă luciu, celelalte sînt mate; de asemenea figurile de coroziune nu sînt identice. În funcție de poziția fețelor de trapezoedru trigonal și de bipiramidă trigonală se deosebește cuarțul dextrogir și cuarțul levogir. Dimensiunile variază foarte mult de la fin-granular pînă la grosier sau chiar criptocristalin, cu structură fibroasă pentru varietățile cunoscute sub numele de *calcedonie* și *cuarțină*, care se deosebesc între ele prin proprietățile lor optice.

Unghiuri între formele comune:

$(10\bar{1}1) \wedge (\bar{1}101) = 85°46'$ $\quad$ $(10\bar{1}0) \wedge (01\bar{1}1) = 66°52'$

$(10\bar{1}1) \wedge (01\bar{1}1) = 46°16'$ $\quad$ $(10\bar{1}0) \wedge (11\bar{2}1) = 37°58'$

$(10\bar{1}0) \wedge (10\bar{1}1) = 38°13'$ $\quad$ $(10\bar{1}0) \wedge (51\bar{6}\bar{1}) = 12°1'$

Macle: cristalele de cuarț prezintă forme enantiomorfe drepte și stîngi. Ele sînt drepte sau stîngi, după poziția feței de trapez, la dreapta sau la stînga feței de prismă de specia I. Cu ajutorul fețelor de trapez se precizează maclele cuarțului care pot fi:

a) *macla Dauphiné* (numită și macla „fizicienilor"), care arată fața de trapez repetată de 6 ori în același sens, ceea ce dovedește că cei doi indivizi sînt rotiți cu 60° sau 180° în jurul axei de simetrie A^3: axa „c", planul (1010);

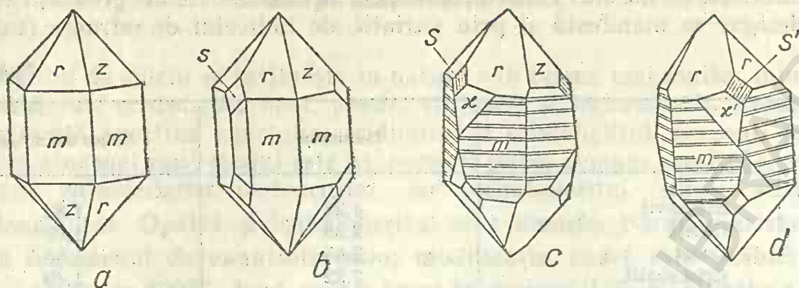


Fig. 238. Cristale de cuarț:

b) *macla Braziliană* (numită și macla „opticienilor"), care apare tot sub forma unui cristal unitar și se caracterizează prin poziția simetrică a fețelor de trapez cîte două la o față de prismă. Macla este formată din unirea unui cristal stîng cu unul drept. Planul de maclă este (11$\bar{2}$0);

c) *macla Japoneză* (numită și macla „la Gardette"), formată din concreșterea a doi indivizi deja maclați după legea Dauphiné sau Braziliană. Planul de maclă (11$\bar{2}$2).

Maclele Dauphiné de întrepătrundere se identifică prin fețele de trapezoedru, sînt duble și se deduc printr-o rotire de 60° în jurul axului vertical. Fețele de prismă ale ambilor indivizi se confundă, iar fețele de romboedru pozitiv coincid cu fețele de romboedru negativ. Axele optice ale ambilor indivizi sînt paralele, din care cauză structura de maclă se poate stabili numai prin coroziune. Suprafețele de asociere ale maclelor sînt sinuoase. Macla Braziliană se deosebește de macla Dauphiné prin aceea că fețele duble de trapezoedru se deduc prin reflexie după planul vertical. Structura de maclă se identifică ușor în lumină polarizată și prin coroziune.

$H=7$. $G=2{,}63$. *Clivaj:* absent sau foarte slab și paralel cu (10$\bar{1}$1).

Culoare: variază foarte mult; este incolor, alb-lăptos sau cenușiu. Se mai cunosc varietăți transparente sau semitransparente, frumos colorate în violet, galben, verde etc. Legat de culoare, varietățile cuarțului au denumiri speciale: *cristalul de stîncă* (cristale transparente și incolore); *ametistul* (varietatea violetă); *cuarțul fumuriu* (cristal transparent, fumuriu, cenușiu-brun); *morionul* (varietate colorată în negru); *citrinul* (cristal galben-auriu sau galben ca lămîia). În afară de aceste varietăți colorate idiocromatic sînt cunoscute și cristale de cuarț colorate allocromatic, respectiv de incluziunile de minerale străine. Și aceste varietăți au de asemenea denumiri speciale, ca spre exemplu, *prasem* — cuarțul verde, cu incluziuni aciculare de actinot verde, *aventurin* — cuarțul galben sau roșu-brun, cu irizații determinate de incluziunile foarte mici de mică și de oxizi de fier. Foarte frecventă este culoarea alb-lăptoasă a maselor de cuarț din cadrul zăcămintelor hidrotermale; ea se datorește în unele cazuri prezenței numeroaselor incluziuni lichide și gazoase fin dispersate. Incluziunile pot fi de apă sau CO_2, sau ambele. Bulele gazoase, uneori mobile, întovărășesc deseori incluziunile lichide. În spațiile incluziunilor pot fi uneori găsite cristale cubice, probabil de clorură de sodiu. Incluziunile pot fi răspîndite neregulat sau aranjate de-a lungul unor linii sau suprafețe curbe sau pot fi paralele cu anumite fețe ale crista-

lelor. Uneori sînt suficient de mari încît se pot vedea fără lupă. Frecvent apar și incluziuni solide, cum sînt cristale de rutil reticular, ace de turmalină, epidot, actinot, clorit sau alte minerale lamelare. În alte cazuri culoarea alb-lăptoasă a cristalelor de cuarț este determinată de numeroasele fisuri care apar în urma acțiunilor dinamice.

Urmă: incoloră. *Luciu:* sticlos.

Proprietăți optice. Datorită compoziției pure, indicii de refracție nu variază decît la a cincea zecimală. Valorile medii în funcție de lumina monocromatică folosită indică:

λ	6872(B)	6708(Li)	6563(C)	5893(B)	5350(Tl)	4861(F)
ε	1,55040	1,55048	1,55093	1,55336	1,55600	1,55898
ω	1,54140	1,54147	1,54190	1,54425	1,54680	1,54968
Δ	0,00900	0,00901	0,00903	0,00911	0,00920	0,00930

Indicii de refracție scad foarte ușor pe măsură ce crește temperatura. Birefringența scade de asemenea încet. Deoarece indicii de refracție pentru lumina naturală nu variază cu orientarea, indicele ε rămîne aproape constant în toate tipurile de secțiune, fiind util de folosit în comparațiile exacte. Este uniax pozitiv în unele cristale avînd caracter biax distinct; datorită deformării 2E poate să fie 12°—18° sau chiar 24°.

Chimism și structură. Compoziția chimică este destul de simplă; sînt determinate valori mici pentru diverși oxizi (tab. 283).

Tabelul 283

Analize chimice

	1	2	3	4
SiO_2	99,790	99,53	(95,10)	(95,10)
TiO_2	0,048	—	0,26	0,28
Al_2O_3	0,042	0,02	2,40	2,70
Fe_2O_3	0,007	0,05	0,36	0,25
FeO	—	0,06	—	—
MnO	0,009	—	0,003	0,0005
MgO	0,008	—	0,30	0,03
CaO	0,010	—	0,40	0,20
Na_2O	—	—	0,80	0,67
K_2O	—	—	0,37	0,75
H_2O^+	—	0,20	—	—
H_2O^-	—	0,13	—	—
Total	99,92	99.98	99,99	99,98

1 — Cuarț roz (incluziuni de Pb=0,006); Brazilia (V u l t é e, 1955); 2 — Cuarț; Miyamori, — Kamikei — Japonia (Y a g i, 1950); 3 — Tridimit în andezit; Cerro San Cristobal, Pachuca — Mexic (M a s o n, 1953); 4 — Tridimit în trahit; Lyttleton — Noua Zeelandă (M a s o n, 1955).

În structura cristalină a cuarțului și a altor modificații polimorfe ale cuarțului, ionul de Si^{4+} se găsește totdeauna înconjurat de patru ioni de O^{2-} în coordonare tetraedrică. Fiecare vîrf al tetraedrului servește în același

timp drept colț al unui tetraedru vecin. Astfel, structurile cristaline ale acestor minerale sînt compuse din rețele de tetraedri ce se leagă reciproc prin oxigenul comun. Modul de legătură este identic la toate modificațiile, dar orientarea și simetria generală a dispoziției lor sînt diferite. Așezarea ionilor de oxigen în ansamblul ei nu este compactă, în rețele existînd „goluri" între tetraedri. În modificațiile de temperaturi joase ele au dimensiuni mici, iar în cele de temperaturi ridicate au dimensiuni mai mari, cu o structură „afînată". Greutatea specifică și indicii de refracție sînt în dependență directă cu dimensiunile acestor goluri. Numerele de coordonare sînt 2 și respectiv 4.

Transformări. Cuarțul este un mineral foarte stabil; în cazuri foarte rare poate fi înlocuit prin talc, pirită, casiterit, magnetit sau alte minerale. Cuarțul poate să apară însă în pseudomorfoze după multe minerale, în special calcit, fluorină, baritină etc.

Ocurență. Cuarțul este unul din cele mai abundente minerale din scoarță și este foarte răspîndit în natură intrînd în constituția celor mai variate roci și zăcăminte de minerale utile. Este component principal al multor roci eruptive intruzive și efuzive (granite, porfire cuarțifere etc.). Sub formă de cristale de dimensiuni mai mari este întîlnit în cavitățile pegmatitelor, în asociație cu feldspații, muscovitul și uneori topazul, berilul, turmalina și alte minerale. Deseori, în pegmatite formează concreșteri regulate cu feldspații care în secțiuni subțiri au aspecte caracteristice, cristalele de cuarț dintr-un cristal de feldspat avînd aceeași orientare optică. Cuarțul apare și ca mineral filonian în numeroase zăcăminte pneumatolitice și hidrotermale, în asociație cu cele mai variate minerale: casiterit, wolframit, molibdenit, pirită, calcopirită, turmalină, clorite etc. Cuarțul este întîlnit de asemenea în roci sedimentare și în roci metamorfice.

În R. S. România cuarțul este întîlnit în cele mai felurite formațiuni geologice. În cantități mai mari apare:

— în șisturile cristaline din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, atît în componența unor roci comune, cît și ca filoane diferențiate metamorfic, ca de exemplu în: M. Vulcan, M. Poiana Ruscă, M. Petreanu, M. Gilău.

— în granitele din Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea și în filoanele pegmatitice sau în filoanele de cuarț legate de acestea, în pegmatitele seriilor cristaline mezozonale din toate masivele cristaline;

— în rocile cuarțoase sedimentare de diferite vîrste, de exemplu cuarțite și conglomerate cuarțitice, în Carpații Meridionali și partea nordică a M. Apuseni (liasic), gresiile și nisipul de Kliwa din Carpații Orientali, nisipul de la Aghireș și de la Gladna Română și în numeroase alte roci;

— în filoanele hidrotermale legate de magmatismul bazic mezozoic din M. Mureșului și Dobrogea; în mineralizațiile pirometasomatice sau hipotermale din provincia banatitică, în Banat și în M. Apuseni; în varietăți comune, divers colorate sau ca ametist;

— în geodele din gresiile de fliș din zona Sighetu-Marmației (diamantele de Maramureș, legate genetic de rocile vulcanismului terțiar).

În alte țări, cristale caracteristice sînt întîlnite în U.R.S.S. în pegmatitele din M. Urali de la Murzinsk, Lipovsk, Saitansk (cuarț fumuriu, cristal de stîncă și ametist). Filoane pegmatitice cu morion și ametist apar la Adun-Cilon (Transbaicalia), Volîni (Ucraina). Filoane de cuarț cu cristal de stîncă sînt în M. Aldan și Pamir.

Varietăţi nobile de cuarţ mai apar în zăcămintele din Brazilia la Minas Geraes şi din Uruguay (ametist), apoi în Madagascar (cristal de stîncă), în Alpii elveţieni etc.

CALCEDONIE SiO_2

Cuarţul criptocristalin (calcedonia) este cunoscut sub forma unor varietăţi cu structură fibroasă — *calcedonit* şi *cuarţină* — care se deosebesc între ele numai prin proprietăţile lor optice (în special prin semnul alungirii).

Calcedonia se întîlneşte şi sub formă de cruste, mase reniforme stalactitice sau sferulite, frecvent şi sub formă de concreţiuni denumite cremene. Agatele (geode silicioase) au o structură concentrică zonară, datorită alternanţei păturilor succesive de calcedonie, uneori de cuarţ, diferit colorate. Partea centrală a geodelor este compusă deseori din cuarţ cristalin-granular, uneori fibros.

Calcedonia este mai divers colorată decît cuarţul cristalin. Se cunoaşte calcedonie cenuşiu-lăptoasă, albăstruie (*safirinul*), galbenă, roşie, portocalie, brună, ocru, verde, verde de măr datorită prezenţei nichelului (*crizoprazul*), verde cu pete roşii (*heliotropul*) etc. În funcţie de culoare se mai cunosc: *onix, sardonix, jasp, carneol, agat* etc. Agatul şi onixul sînt alcătuite din pături succesive foarte fine de calcedonie diferit colorate: negru cu alb (*onixul arab*), brun cu alb (*sardonixul*), roşu cu alb (*carneolul*) etc.

$H=6$. $G=2,55-2,63$.

Proprietăţi optice. $\omega=1,533-1,539$, $\varepsilon=1,530$. Indicii de refracţie variază şi se deosebesc de cei ai cuarţului, probabil datorită impurităţilor. Fibrele de calcedonie sînt uneori alungite de-a lungul axului „c", alteori perpendiculare pe axul „c" sau la aproximativ 30° pe axul „c". Primele două dau extincţie paralelă, iar cea de-a treia varietate dă o extincţie înclinată aproximativ de 30°. Prima dă o alungire pozitivă, cea de a doua o alungire negativă.

Ocurenţă. Calcedonia se formează prin deshidratarea şi recristalizarea gelurilor de silice în decursul proceselor exogene. Jaspuri de culoare roşie se întîlnesc la Primagnitogorsk şi Orse din M. Urali, la Calgan, colorate uniform în verde-cenuşiu, iar agatul se întîlneşte în Transcaucazia, legat genetic de roci efuzive. Agate preţioase apar în India, Brazilia şi Uruguai.

TRIDIMIT SiO_2

Sistemul de cristalizare: α-tridimitul; rombic-pseudohexagonal, 2 2 2; β-tridimitul: hexagonal.

Dimensiunea celulei elementare: α-tridimitul: $a_0=9,88$; $b_0=17,10$; $c_0=16,30$ Å. $Z=64$; β-tridimitul: $a_0=5,03$; $c_0=8,22$ Å.

Domenii de stabilitate: α-tridimitul: 117°C; β-tridimitul; 117°—163°C; β_2-tridimitul: 870°—1 470°C.

Relaţia axială: $c/a=1,634$.

Habitus: α-tridimitul în plăci pseudohexagonale şi mai ales în macle ciclice, cu unghiul dintre indivizii cristalini de 35°18′; se întîlnesc de asemenea agregate solzoase în formă de rozetă. *Macle:* (110). *Culoare:* alb, alb-cenuşiu, uneori incolor. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos. *Clivaj:* imperfect. $G=2,26$. $H=6-7$.

Proprietăţi optice. Indicii de refracţie sînt negativi, iar birefringenţa este slabă. $\alpha=1,471$, $\beta=1,472$, $\gamma=1,474$, $\Delta=0,003$, $2V_\gamma=76°15'$. Unghiul

optic este mic în unele cristale și anume $2V_\gamma=35$. Cristalele lamelare au alungire negativă și extincție paralelă.

Inversiune. β-tridimitul este forma stabilă a SiO_2 între 873° și 1 470°C. Inversiunea în cuarț la 873° și cea în cristobalit la 1 470°C este foarte lentă, așa încît tridimitul poate fi găsit în natură la temperatura obișnuită.

Ocurență. Se întîlnește în cavitățile rocilor.

În R. S. România apare în rocile vulcanice din M. Gutîiului. Cristale frumoase se găsesc în andezitele de la San Cristobal (Mexic) și în produsele de erupție ale Vezuviului.

CRISTOBALIT SiO_2

Sistemul de cristalizare: α-cristobalit: tetragonal (pseudocubic); β-cristobalit: cubic.

Dimensiunea celulei elementare: α-cristobalit: $a_0=4{,}9715$; $c_0=6{,}9193$ Å. β-cristobalit: $a_0=7{,}13$ Å. Z=8.

Relația axială: a : c=1 : 1,395. Z=8.

Habitus: cristale pseudooctaedrice sau scheletice. *Macle:* după (111), tipul spinelului. *Culoare:* incolor, alb sau galben; devine negru prin încălzire. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos. *H*=6–7. *G*=2,33. *Clivaj:* absent.

Proprietăți optice. $\varepsilon=1{,}484$; $\omega=1{,}487$; $\Delta=0{,}003$; uniax negativ.

Domenii de stabilitate: α-cristobalit: 200–275°C; β-cristobalit există de la punctul 200°–275°; stabilitatea caracteristică 1 470°–1 713°C.

Ocurență. Este un mineral tipic rocilor vulcanice, apărînd în cristalele rocilor în asociație cu tridimitul. De regulă, se întîlnește în obsidiane, riolite, trahite, andezite, dacite și bazalte cu olivină.

Apare în andezitele din San Cristobal (Mexic), în lavele de la Main/Rhein (R. F. Germania), în lavele din parcul Yellowston (S.U.A.) sub formă de sferulite.

COESIT SiO_2

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Dimensiunea celulei elementare: $a_0=7{,}17$; $b_0=12{,}38$; $c_0=7{,}17$ Å.

Mineral sintetic de presiune ridicată, se realizează la temperatura de 500°–800°C și 35 000 atm presiune (Coes, 1953, Sosman, 1954).

Structura cristalină indică prezența tetraedrilor SiO_4, inelele orientîndu-se paralel cu (010) și alteori paralel cu (001). *G*=3,01 (Coes, 1953).

Proprietăți optice. $\alpha=1{,}590$, $\beta=1{,}604$, $2V_\gamma=54°$.

Ocurență. A fost identificat într-o rocă eclogitică topită. Se găsește în gresia de la Meteor Crater, Arizona (Chao și colab. 1960).

OPAL $SiO_2 \cdot n\,H_2O$

Opalul este o silice amorfă, care conține H_2O. Poate să absoarbă multă apă, devenind astfel mai transparent. După aspectul exterior se deosebesc următoarele varietăți: *opalul nobil*, opalescent; *hidrofanul*, varietate ușoară, poroasă, tulbure cînd este uscat și transparent cînd conține apă; *hialitul*, stalactitic sau în globule cu structură sferulitică. Conținutul în apă variază atingînd rareori 34%; cea mai mare parte a apei se pierde prin încălzire la 100°C sau chiar la temperaturi mai ridicate de 101°–250°C.

Habitus: mase compacte, stalactitice, *Culoare:* incolor; datorită impurităţilor în special de fier şi ale altor pigmenţi, opalul este colorat în diferite nuanţe: galben, ocru, roşu, verde şi negru. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos; masele poroase au luciu de ceară sau mat. Varietăţile semitransparente au ca proprietate caracteristică opalescenţa. $H=5-5^1/_2$. Varietăţile sărace în apă ridică duritatea la 6. $G=1,9-2,5$ (variază în funcţie de cantitatea de apă şi de particulele grele adsorbite).

Proprietăţi optice. n=1,400—1,460. Izotrop, poate prezenta fenomenul de anizotropie datorită deformărilor interne.

Tabelul 284

Variaţia indicelui de refracţie în funcţie de cantitatea de apă

H_2O	3,5%	6,33%	8,97%	28,04% artificial
n G	1,4592 2,160	1,4531 2,096	1,4465 2,036	1,4090 1,731

Ocurenţă. Se depune din izvoarele hidrotermale şi geysere în regiunile vulcanice sub formă de tuf silicios, geyserit, uneori formînd stalactite albe, transparente, cu reflexe sidefoase. Opalul apare de asemenea în crăpăturile şi cavităţile rocilor efuzive, uneori sub formă de geode şi amigdale.

Mai frecvent apare în condiţii exogene prin descompunerea silicaţilor în urma procesului de alterare chimică. Silicea pusă în libertate prin distrugerea reţelelor silicaţilor trece sub formă de sol, prin coagularea căruia se depune în depozitele eluviale sub formă de concreţiuni stalactitice sau se depune prin procese metasomatice. Apar astfel depuneri de opal sub formă de strate, prin coagularea solilor de silice aduşi de apele de rîu, în zonele litorale ale bazinelor marine; se formează astfel roci afînate sau cu porozitate fină, mai mult sau mai puţin dure, transformate la suprafaţă în mase cu aspect cretos, datorită acţiunii mecanice a îngheţului.

Deosebit de interesant este procesul metasomatic determinat de coloizii de silice care pot mineraliza resturile vegetale, în special ale trunchiurilor arborilor.

Indiferent de modul de apariţie al opalului, el se transformă în timp în calcedonie şi cuarţ.

Opalul nobil a fost identificat la Ilba în zona minieră Baia Mare. Varietăţi nobile caracteristice sînt semnalate în zăcămintele din Italia, Libia, R. S. Cehoslovacă (la Kosice în cavităţile rocilor andezitice), în Australia la Queensland şi Noua Galie de Sud (în gresii) etc.

STISHOVIT SiO_2

A fost sintetizat la 160 000 atm şi la o temperatură mai mare de 1 200°C. Identificat în Meteor Crater, Arizona (Stishov şi Popova, 1961; Chao şi colab. 1962). Se caracterizează printr-o greutate specifică mare — 4,3.

LECHATELIERIT SiO_2

Este o silice amorfă, topită în mod natural. $G=2,19$.

Proprietăţi optice. n=1,4564—1,4584; izotrop.

Ocurenţă: întîlnit în jurul vulcanilor.

TABELE ŞI DIAGRAME PENTRU DETERMINAREA MINERALELOR

I. PROPRIETĂŢILE OPTICE MICROSCOPICE ALE MINERALELOR

1. OPERAŢIUNILE DE DETERMINARE A MINERALELOR CU MICROSCOPUL POLARIZANT

Tabelul 285

Determinarea minarelelor transparente în lumină transmisă, cu un nicol (N II)

Proprietăţi	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
CONTUR	1. IDIOMORF (EUHEDRAL) 2. HIPIDIOMORF (SUBHEDRAL) 3. XENOMORF (ANHEDRAL)	1 2 3
HABITUS	1. IZOMETRIC 2. TABULAR, LAMELAR 3. PRISMATIC, COLUMNAR 4. ACICULAR, FIBROS	1 2 3a 3b 4a 4b
CLIVAJ	1. CALITATEA a) — perfect b) — bun c) — distinct d) — slab	1. prin comparaţie: 1a 1b 1c 1d
	2. UNGHIUL DE CLIVAJ (în grade)	1. citire cu ajutorul platinei şi firelor reticulare

Proprietăți	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
REFRIN-GENȚĂ	1. CALITATIV (RELIEF) A — CARACTERUL RELIEFULUI a) — POZITIV b) — NEGATIV	1. Comparativ cu balsamul de Canada. A. Se utilizează franja lui Becke prin dereglarea punerii la punct a imaginii: a) Obiectiv ↑ : franja → mineral b) Obiectiv ↓ : franja → mineral
	B — INTENSITATEA RELIEFULUI a) — EXTREM b) — FOARTE PUTERNIC c) — PRONUN-ȚAT d) — PUTERNIC e) — MEDIU f) — SLAB	B. Prin aprecierea grosimii liniei conturului. a $n > 2,00$ rutil; b 1,80 - 1,76 sfen; c 1,75 - 1,71 augit; d 1,70 - 1,66 olivină; e 1,65 - 1,61 muscovit; f 1,60 - 1,55 cuarț
	2. CANTITATIV (valori numerice: vezi tabelul 324)	2. Metoda imersiei (variația temperaturii, variația lungimii de undă)
CULOARE	CULOAREA ȘI NUANȚA (vezi tabelul 323)	
PLEO-CROISM	1. TENTA: DUPĂ γ, β, α 2. SCHEMA DE PLEOCROISM: 3. CALITATEA: a) PUTERNIC, b) SLAB 4. TIPUL: a) NORMAL, b) INVERS	1. Tenta obținută cînd (γ) (α) este paralel cu planul secțiunii principale a polarizorului. 2. Intensitatea absorbției. Ex.: $\gamma > \beta > \alpha$. 4a: c - α(ε) = culoare intensă; ⊥ c = γ(ω) = culoare pală; P, P, c, c 4b: c = α(ε) = culoare pală; ⊥ c = γ(ω) = culoare intensă; P, P', c, c
ALTE CARAC-TERE: — TRANS-PAREN-ȚĂ	1. TRANSPARENT 2. SEMITRANSPA-RENT 3. OPAC	
— PSEUDO-ABSORB-ȚIE	1. PUTERNICĂ 2. SLABĂ	La rotirea platinei se modifică relieful ex. caracteristic: calcit.
— INCLU-ZIUNI	1. TIPUL: a) ORIENTATE; b) NEORIENTATE 2. NATURA: a) LICHIDE; b) GAZOASE; c) STICLOASE; d) CRISTALIZATE	1. Dispoziția în mineral 2. Diferențe privind forma și relieful conturului
— AUREO-LE PLEO-CROICE	1. INTENSE 2. SLABE	Diferențe de culoare în jurul incluziunilor ex. tipic: zircon în biotit.

Tabelul 286

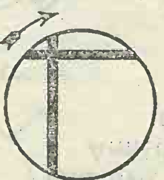
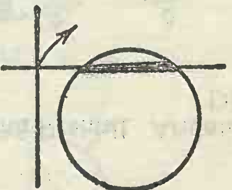
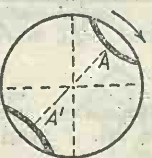
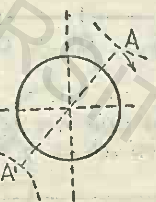
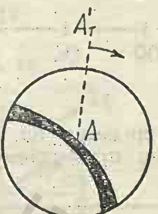
Determinarea mineralelor transparente, în lumină transmisă, cu doi nicoli (N+)

Proprietăți	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
BIREFRINGENȚA Δ	— DETERMINĂRI CALITATIVE Culoarea și ordinul culorii	Prin comparaiţe cu tabelul MICHEL LEVY (fig. 461; tabelul 325)
	— DETERMINĂRI CANTITATIVE	Cu compensatorul BEREK sau ERINGHAUS
EXTINCȚIA	— SIMETRIA a) — DREAPTĂ b) — SIMETRICĂ c) — ÎNCLINATĂ	a b c
	— UNGHIUL DE EXTINCȚIE MAXIMĂ	Unghi de extincţie. Măsurare în raport cu un reper cristalografic ($\gamma \wedge c$; $\alpha \wedge c$)
	— RELAȚII ÎNTRE FELUL EXTINCȚIEI ȘI SISTEMUL CRISTALOGRAFIC	Trigonal, tetragonal, hexagonal=dreaptă Rombic, monoclinic=dreaptă și înclinată Triclinic=înclinată

Tabelul 286 (continuare)

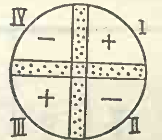
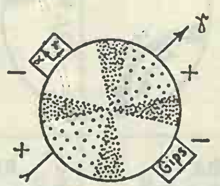
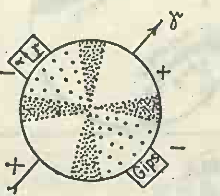
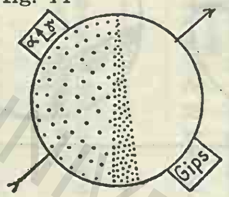
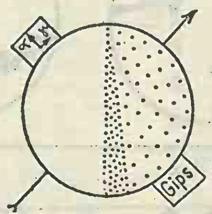
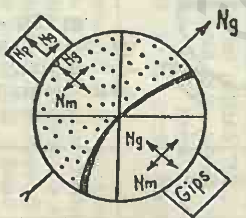
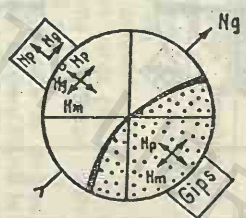
Proprietăți	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
POZIȚIA DIRECȚIILOR DE VIBRAȚIE (γ') (α')	SCHIȚE CU ORIENTĂRI OPTICE	Se utilizează lamelele compensatoare: γ al lamei compensatoare paralel cu direcția de luminozitate maximă a secțiunii. Tenta mineralului ↗: γ mineral ‖ γ compensator Tenta mineralului ↘: α mineral ‖ γ compensator
ALUNGIREA	— POZITIVĂ — NEGATIVĂ	La mineralele cu extincție dreaptă: γ paralel cu alungirea=pozitivă α paralel cu alungirea=negativă (La mineralele cu extincție oblică se ia în considerare direcția care face cu alungirea un unghi $\sphericalangle$ 45°)
MACLE	TIP DE MACLĂ: DUBLE, POLISINTETICE, CICLICE ORIENTAREA PLANULUI DE MACLĂ	vezi tabelul 332 Față de clivaj
STRUCTURI ZONARE	TIP DE ZONARE: 1. — EUHEDRALĂ — ANHEDRALĂ 2. — NORMALĂ — INVERSĂ — RECURENTĂ	evidențiate pe baza modificărilor de culoare, de birefringență, relief etc. în interiorul cristalului. 1. — în funcție de conturul zonelor. 2. — în funcție de modificarea compoziției zonelor (diagrame de zonare).

Determinarea mineralelor transparente în lumină convergentă

Proprietăți	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
CARACTER OPTIC		Cu ajutorul figurilor de interferență:
	IZOTROP	Nu prezintă nici o figură de interferență
	— UNIAX: a) secțiune ⊥ AO (fig. 1) b) secțiune ⊥ AO (fig. 2) c) secțiune ∢ AO (fig. 3) d) secțiune ∥ AO (cruce fluă)	Fig. 1  Fig. 2  Fig. 3
	— BIAX: a) secțiune ⊥ bisectoarea I (fig. 4) b) secțiune ⊥ bisectoarea II (fig. 5) c) secțiune ∥ P.A.O. (cruce fluă) d) secțiune ⊥ AO (fig. 6)	 Fig. 4  Fig. 5  Fig. 6

Tabelul 287 (continuare)

Proprietăţi	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
UNGHIUL AXELOR OPTICE	— CALITATIV: mare, mediu, mic — CANTITATIV: în grade	în secţiuni ⊥ pe bisectoarea I la 45° de crucea neagră prin măsurare cu ocularul micrometric (fig. 7) sau prin comparaţie cu minerale cunoscute (fig. 8). Fig. 7 Fig. 8 în secţiuni ⊥ pe AO prin aprecierea curburii maxime a braţului hiperbolei (fig. 9). Fig. 9

SEMNUL OPTIC	POZITIV NEGATIV	Culoarea albastra Culoarea galbenă  Fig. 10 — minerale uniaxe: secţiune ⊥ AO: pozitiv — fig. 11 negativ — fig. 12  Fig. 11  Fig. 12 secţiune ⊥ AO: pozitiv — fig. 13, negativ — fig. 14  Fig. 13  Fig. 14 — minerale biaxe: secţiune ⊥ pe AO: pozitiv — fig. 15, negativ — fig. 16.  Fig. 15  Fig. 16

Tabelul 287 (continuare)

Proprietăţi	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
		— minerale biaxe: secţiune ⊥ bisectoarea unghiului axelor optice: pozitiv — fig. 17, negativ — fig. 18. Fig. 17 Fig. 18
DISPERSIA AXELOR OPTICE	FELUL DISPERSIEI — dispersia axelor optice — dispersia extincţiilor TIPUL: înclinată, orizontală, încrucişată (fig. 19, 20, 21) CARACTERUL DISPERSIEI v > r (fig. 22), r > v (fig. 23) CALITATEA: puternică, medie, slabă	Fig. 19 Fig. 20 Fig. 21 Fig. 22 Fig. 23

Determinarea mineralelor opace, în secţiuni lustruite, cu un nicol (N ||)

Proprietate	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
1	2	3
Capacitatea de reflexie (R %)	Cantitativ valori numerice în % (vezi tabelul 333)	— cu celula fotoelectrică se folosesc 4 lungimi de undă 470 nm, 546 nm, 589 nm, 650 nm — cu microfotometrul în lumină verde (430 mμ) portocalie (590 mμ), roşie (665 mμ) — determinările se fac cu obiectiv mediu şi filtru, în aer sau în imersie (ulei de cedru)
	Calitativ mare: R mineral > R galenă medie: R mineral < R galenă şi > R blendă mică: R mineral < R blendă	Pentru aprecierea gradului de luminozitate se folosesc minerale etalon: platină 70 %, fier 64 %, pirită 53 %, galenă 43 %, pirotină 38 %, hematit 25 %, blendă 18 %, cromit 14 %, cuarţ 4 %.
Bireflexia (ΔR)	Cantitativ valori numerice (ΔR maxim) în % (vezi tabelul 333)	Determinările se fac cu obiectiv mediu şi filtru, prin urmărirea variaţiei luminozităţii la rotirea platinei microscopului. *Obs.* se va asigura o bună orizontalizare a secţiunii şi se vor evita surse exterioare de lumină; se folosesc diafragme de cîmp pentru eliminarea influenţei altor minerale asociate.
	Calitativ — gradul de bireflexie foarte puternică: etalon molibdenit (ΔR 20) puternică: etalon stibină (ΔR 13) slabă$^{-1}$: etalon manganit (ΔR 2) foarte slabă: etalon nichelină (ΔR 6) neobservabilă: mispichel (ΔR 2) — culori caracteristice (vezi tab. 292)	Corespunzător principalelor direcţii de vibraţie
Culoare	Culoare şi nuanţă (vezi tabelul 335)	Comparativ cu mineralele etalon: alb — galenă, alb-cenuşiu — tetraedrit, cenuşiu — blendă, cenuşiu-închis — cuarţ, galben-luminos — pirită, galben-intens — calcopirită, crem — pirotină, crem-roz — nichelină, roz — bornit, albastru — covelină.
Microduritate	Cantitativ — valori numerice ale microdurităţii Vickers Vnh (vezi tabelul 334)	Pe baza măsurării diagonalelor amprentei lăsate pe suprafaţa mineralelor de o prismă montată la un microdurimetru ataşat la microscop se calculează valoarea medie. *Obs.* se menţionează domeniul de variaţie şi calitatea amprentei.

Tabelul 288 (continuare)

1	2	3
	Calitativ — relief: ridicat > blendă, pirotină, mediu < blendă, pirotină, galenă, calcopirită slab < galenă, calcopirită	Se utilizează franja luminoasă care apare la contactul mineralelor cu durităţi diferite. Obiectiv ↑: franja → mineralul cu relief < Obiectiv ↓: franja → mineralul cu relief >
Alte caractere	Habitus: izometric, prismatic Contur: euhedral, anhedral (plaje) Clivaj: calitatea şi orientarea Comportarea la lustruire	

Tabelul 289

Determinarea mineralelor opace în secţiuni lustruite cu doi nicoli (N+)

Proprietate	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
Izotropie	Uniform întunecat (minerale cu R < şi K <) Uniform iluminat (minerale cu R > şi K >)	Rotirea platinei microscopului cu 360°.
Anizotropie	Culoare de anizotropie (vezi tabelele 292, 293) Gradul de anizotropie foarte puternică, puternică, distinctă, slabă, foarte slabă Unghiul de extincţie (la minerale prismatice)	Se roteşte platina la 45° de poziţia de extincţie. Se ia în considerare vizibilitatea culorilor. Măsurarea în raport cu muchia cristalului. *Obs.* Sînt necesare: lumină puternică, obiectiv <, lustruire corectă, orizontalizare bună a secţiunii. La mineralele slab anizotrope o rotire redusă a analizorului (cu 1°) permite sesizarea acesteia.
Reflexe interne	Culoarea (vezi tabelul 336)	Prin iluminare normală sau iluminare laterală se observă în zonele cu crăpături, goluri, direcţii de clivaj sau la marginea granulelor. Sînt caracteristice numai mineralele cu R < 41%. *Obs.* Se deosebesc de culorile de anizotropie, prin caracterul discontinuu şi varietatea tonurilor coloristice.
Alte proprietăţi	Macle (simple, polisintetice, mimetice) Extincţii ondulatorii Anomalii optice (anizotropia mineralelor cubice)	

2. CLASIFICAREA MINERALELOR DUPĂ CARACTERUL OPTIC ȘI SISTEMUL DE CRISTALIZARE

Tabelul 290

Clasificarea mineralelor după caracterul optic și sistemul de cristalizare

Minerale izotrope	Minerale anizotrope						
	Uniaxe			Biaxe			
Amorf sau cubic	Trigonal	Hexagonal	Tetragonal	Rombic	Monoclinic		Triclinic
Almandin	Alunit	Apatit	Akermanit	Andaluzit	Actinot	Heulandit	Albit
Analcit	Ankerit	Beril	Anatas	Anhidrit	Adular	Hornblendă	Andezin
Andradit	Brucit	Cancrinit	Autunit	Antigorit*	Amesit	Illit*	Anortit
β Cristobalit	Calcit	Davin	Casiterit	Antofilit	Antigorit	Jadeit	Ambligonit
Faujasit	Chabasit	Kaliofilit	α Cristobalit	Aragonit	Arfvedsonit	Lepidolit	Astralit
Fluorină	Corindon	Nefelin	Gehlenit	Baritină	Augit	Monazit	Axinit
Grossular	Cuarț	Vișnevit	Marialit	Böhmit	Barkevikit	Montmorilonit	Bytownit
Halit	Dioptaz		Meionit	Bronzit	Beydelit	Muscovit	Calcanit
Haüyn	Dolomit		Melilit	Carnalit	Biotit	Nacrit*	Caolinit
Leucit	Gmelinit		Rutil	Celestină	Clinoclor*	Nontronit	Disten
Opal	Ilmenit		Scheelit	Cordierit	Clinoenstatit	Ortit	Labradorit
Periclaz	Hematit		Tapiolit	Crisolit	Clinozoizit	Ortoză	Microclin
Pirop	Rodocrozit		Torbernit	Diaspor	Celsian	Paragonit	Oligoclaz
Piroclor	Siderit		Vezuvian	Enstatit	Crisolit	Parawollastonit	Polihalit
Silvină	Smithsonit		Xenotim	Fayalit	Dafnit	Pennin	Rodonit
Serpofit	Turmalină		Zircon	Forsterit	Diallag	Philipsit	Sassolit
Sodalit				Hipersten	Diopsid	Proclorit	Turcoază
Spessartin				Monticellit	Dickit	Pirofilit	Wollastonit
Spinel				Mullit	Egirin	Riebeckit	
Uvarovit				Natrolit	Epidot	Ripidolit*	
Villiaumit				Staurolit	Flogopit	Sanidină	
				Sillimanit	Gips	Spodumen	
				Tefroit	Glaucofan	Talc	
				Thomsonit	Glauconit	Titanaugit	
				Tridimit*	Hedenbergit	Titanit	
				Zoizit	Hidrargilit	Tremolit	

* Mineralul prezintă aspect pseudohexagonal.

3. PROPRIETĂȚILE OPTICE MICROSCOPICE ALE PRINCIPALELOR MINERALE PREZENTATE ÎN FUNCȚIE DE CLASIFICAREA PE CLASE ȘI GRUPE DE MINERALE (MINERALOGIE OPTICĂ SISTEMATICĂ)

Elemente native

Tabelul 291

Principalele caractere optice în lumină reflectată ale elementelor native

Denumirea mineralului	Simbol chimic	Sistem	Culoare	PUTERE DE REFLEXIE R%		BIREFLEXIE (Δ R)			IZOTROP
				Val/principală	Limite de variație	ΔR max.	Grad de bireflexie	Culori caracteristice	
Cupru	Cu	C	roz	81,2	—	—	—	—	izotrop
Argint	Ag	C	alb-strălucitor cu tente crem	95	—	—	—	—	izotrop
Aur	Au	C	galben-auriu-strălucitor	74	—	—	slab	—	izotrop
Arsen	As	H	alb	49,5	—	—	slab	ω: alb-gălbui ε: cenușiu-albăstrui	—
Bismut	Bi	H	alb, alb-crem	67,9	—	—	—	ω: alb-crem ε: cenușiu-crem	—
Grafit	C	H	cenușiu-bruniu-deschis	12,5	6—17	11	f. puternic	ω: bruniu ε: cenușiu-închis	—

	ANIZOTROP			Duritate			Observații
	Grad de anizotropie	Culori de anizotropie la 45°	← Reflexe interne	Duritate la șlefuire (H)	Microduritate VHN în kg/mm² — Val. princ.	Microduritate VHN în kg/mm² — Lim. de var.	
Cupru	—	—	—	> calcozină, calcopirită < cuprit	134	120—143	N+: extincție incompletă, rar macle lamelare și structuri zonare. Concreșteri cu cubanit și cuprit.
Argint	—	—	—	⩾ proustit > galenă, discrasit < arsen, tetraedrit ⩽ blendă	53	48—63	False efecte de anizotropie datorită zgârieturilor.
Aur	—	—	—	> galenă < tetraedrit, blendă ≈ calcopirită	51	50—52	N+: extincție incompletă.
Arsen	distinct	cenușiu-gălbui	—	⩾ bismut > argint ≈> discrasit	63	57—69	Macle lamelare, texturi zonare și coloforme.
Bismut	distinct	—	—	< bismutină și minerale asociate	18	17—19	Clivaj bazal, macle polisintetice, concreșteri grafice.
Grafit	f. puternic	galben-brun	—	> calcopirită, molibdenit	12	—	Clivaj bazal; secțiuni bazale, izotrope.

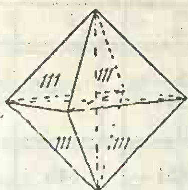
Sulfuri

Tabelul 252

Sulfuri, sulfosăruri, compuși similari: principalele caractere optice în lumină reflectată

Mineral	Formula	Sistem	Culoare caracteristică*	Puterea de reflexie R (%): Valoarea principală	Puterea de reflexie R (%): Limite de variație	Bireflexie (ΔR): ΔR maxim	Bireflexie (ΔR): Gradul de bireflexie	Bireflexie (ΔR): Culori caracteristice	Izotrop	Anizotrop: Gradul de anizotropie	Anizotrop: Culori de anizotropie (la 45°)	Reflexe interne	Duritate de șlefuire (H) (Relief)	Microduritate Vnh în Kgf/mm²: valoarea principală	Microduritate Vnh în Kgf/mm²: limite de variație	Observații
Calcozină	Cu_2S	R	alb-albăstrui	32,2			f. slab			slab	albăstrui, roz-verzui		≥ argentit ~ digenit, galenă < ebornit, tetraedrit	84	68—98	calcozina rombică (T<103°C) prezintă clivaj și anizotropie > decît calcozina hexagonală (T>103°C)
Digenit	$Cu_{2-x}S$	C	azuriu	22,0					izotrop				≈ calcozină, galenă	61	56—67	lamelele de concreștere cu calcozina și covelina dau impresia de anizotropie
Galenă	PbS	C	*alb*	43,2			—		izotrop				≥ argentit > covelină ~ calcozină, bismutită < bornit, calcopirită	76	71—84	etalon culoare și R%; clivaj perfect și spărturi caracteristice; macle de deformare
Blendă	ZnS	C	*cenușiu*	17,5			—		izotrop			roșu-brun (Fe>) galben-alb (Fe<)	> calcopirită, tetraedrit ~ enargit < pirotină, magnetit, ilmenit	198	186—209	etalon culoare și R%. Deformările sub presiune și conținutul mai > Fe pot provoca anizotropie
Cinabru	HgS	Trig.	alb cu tentă albăstruie	25			—			slab	mascate de reflexele interne	f. intense, roșu-strălucitor	> stibină ≪ cuprit	62	51—98	se șlefuiește prost
Pirotină	$Fe_{1-x}S$	H	bronziu	41,6	38,0—45,5	7,2	distinct	ε: alb-gălbui-bruniu ω: brun-roșcat		f. puternic	cenușiu-galben-bruniu cenușiu-albăstrui-verzui		≥ calcopirită ~ pentlandit ≪ pirită, arsenopirită	248	230—259	extincție dreaptă
Alabandină	MnS	C	cenușiu-alb	23,4			—		izotrop			verde-închis	<blendă	251	240—266	clivaj, macle lamelare, structuri zonare
Millerit	NiS	Trig.	galben-deschis	57,0	54,0—60,0	6,0	f. slab				galben-pal		> calcopirită; < blendă, pentlandit	301	225—378	clivaj ‖ (1011). macle, secțiuni bazale zonate
Pentlandit	$(Fe, Ni)_9S_8$	C	alb-gălbui-deschis-luminos	52,0			—		izotrop incomplet întunecat				> calcopirită; < pirotină	215	202—230	clivaj tipic ‖ (111), apare ca lamele în pirotină, mai rar în calcopirită
Calcopirită	$CuFeS_2$	Tetr.	*galben-strălucitor*	44,0	42,0—46,1	4,1	f. slab			f. slab	cenușiu-albăstrui galben-verzui		> galenă < blendă, pentlandit, pirotină	194	184—219	macle, concreșteri pseudoeutectice și separații cu diferite sulfuri și sulfosăruri
Bornit	Cu_5FeS_4	C	*roz-bruniu*	21,9					izotrop				> galenă, calcozină; < calcopirită	103	95—105	Tetr. 228°C cubic. Anizotropie și △R slabe. Clivează în 2 direcții ‖ (100) și (111); macle
Cubanit	$CuFe_2S_3$	R	galben-bronziu brun-pal	41,2	40,0—46,1	2,5	f. slab			puternic	brun-roziu, cenușiu-albăstrui		> calcopirită < blendă ≪ pirotină	213	199—228	lamele (concreștere / exoluții) cu calcopirită, bornit, pirotină
Covelină	CuS	H	*albastru*	14,5	7,0—22,0	15,0	f. puternic	ω: albastru-intens ε: alb-albăstrui		f. puternic	oranj-strălucitor brun-roșcat	rar culori pestrițe	≥ argentit > galenă < calcopirită	72	69—78	secțiunile bazale nepleocroice
Auripigment	As_2S_3	M	cenușiu-alb	22,6	20,3—25,0	4,7	puternic	α) alb, β) gri-roziu-alb, γ) cenușiu-deschis-alb		f. puternic	mascate de reflexe interne	galben-lămîie	> realgar	38	23—52	concreșteri orientate cu realgar
Realgar	AsS	M	cenușiu-mat	18,5			slab	cenușiu-roz cenușiu-albăstrui		puternic	mascate de reflexe interne	roșu-gălbui	< auripigment ≪ stibină	56	53—60	concreșteri orientate cu auripigment
Stibină	Sb_2S_3	R	alb, alb-cenușiu	35,1	30,2—40,0	9,8	puternic	α) alb-cenușiu-mat β) cenușiu-brun γ) alb-clar		f. puternic	albăstrui, alb, cenușiu, brun		> auripigment, ≤ realgar < galenă bournonit ≪ calcopirită	77	42—109	extincție dreaptă sau ondulatorie; macle mecanice
Bismutină	Bi_2S_3	R	alb-gălbui	45,4	42,0—48,7	6,7	slab	α) cenușiu, albăstrui-alb β) cenușiu-brun γ) alb-gălbui		f. puternic	verde-gălbui brun-cenușiu		≈ galenă < calcopirită	107	92—119	extincție dreaptă; macle lamelare
Molibdenit	MoS_2	H	alb	26,0	15,0—37,0	22,0	f. puternic	ω: alb-clar ε: cenușiu-mat albăstrui		f. puternic	alb cu tente roz, albastru-închis		> calcopirită < grafit	17 23	16—19 21—28	clivaj ‖ (0001), extincție ondulatorie, macle polisintetice
Pirită	FeS_2	C	galben-auriu-luminos	54,5					izotrop				≥ arsenopirită, cobaltină; > marcasită < casiterit	1 165	1 027—1 240	în general granule idiomorfe
Marcasită	FeS_2	R	galben-pal-alb	52,2	48,9—55,5	6,6	distinct	α) alb β) și γ) galben cu tente verzui		puternic	verde-roziu, cenușiu-violet, albastru		> pirotină < pirită	1 113	941—1 288	texturi colomorfe, agregate radiare, macle, structuri zonare
Arsenopirită	FeAsS	M	alb-gălbui-roziu	53,7	51,7—55,7	4,0	f. slab			puternic	brun-roșcat-albastru-verzui		≥ magnetit, pirotină < cobaltină, pirită	1 094	1 048—1 127	granule idiomorfe, sferolite, macle lamelare
Cobaltină	CoAsS	C	alb-roziu	52,7			f. slab	alb, alb-roz		slab	cenușiu-albăstrui-brun		> arsenopirită < pirită	1 200	1 176—1 226	cristale idiomorfe, agregate alotriomorfe

* — sînt subliniate culorile mineralelor etalon



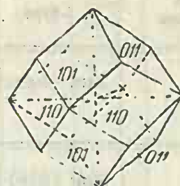


Fig. 239. Magnetit.

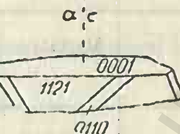


Fig. 240. Hematit.

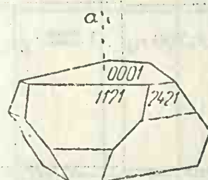


Fig. 241. Ilmenit.

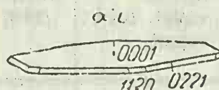


Fig. 242. Pirofanit.

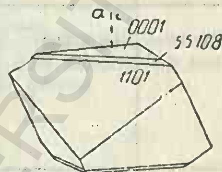


Fig. 243. Geikielit.

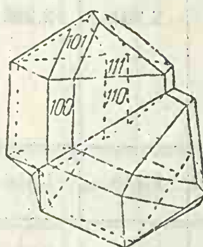


Fig. 244. Casiterit maclat.

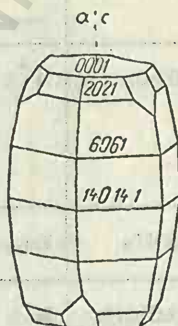


Fig. 245. Corindon.

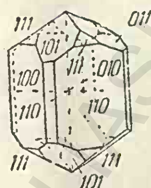


Fig. 246. Rutil.

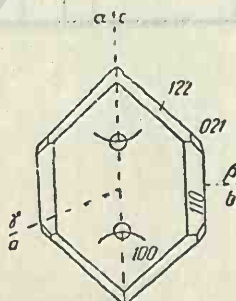


Fig. 247. Brookit: secţiune ||(010).

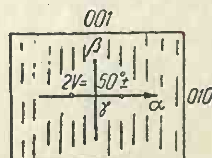


Fig. 248. Pseudobrokit: secţiune ||(100).

Mineral	Formula	Sistem	Culoare Pleocroism	Clivaj	Refringență		
					γ ω	β	α ε
Brucit	$Mg(OH)_2$	Trg.	incolor	bun (bazal)	1,581— —1,594		1,579 —1,561
Böhmit	$AlO(OH)$	R	incolor	slab (010)	1,651	1,645	1,638
Gibbsit (hidrargilit)	$Al(OH)_3$	M	incolor	perfect (001)	1,585— —1,595	1,565— —1,577	1,565— —1,577
Diaspor	$H(AlO_2)$	R	γ: gălbui, albăstrui β: incolor α: violet, brun, roșcat	perfect (010) distinct (110)	1,750	1,722	1,702
Lepidocrocit	$FeO(OH)$	R	γ: brun-roșcat β: portocaliu α: incolor, galben	perfect (010) slab (100), (001)	2,51	2,20	1,94
Goethit	$HFeO_2$	R	γ: oranj, galben β: galben, bruniu α: galben	perfect (010)	2,304	2,292	2,185
Sassolit	$B(OH)_3$	Trc.	incolor	perfect bazal	1,459	1,456	1,340
Manganit	$MnO(OH)$	M	γ: roșu-brun β: galben α: brun	perfect (010) bun (110), (001)	2,53	2,25	2,25

Δ	Extincție	Alungire	2V/U	Semn optic	Dispersie	Alte proprietăți; observații
0,019—0,016	0°		U	+		Habitus tabular (secțiuni bazale) sau fibros
0,013	0°		80°	—		Habitus tabular
0,015—0,020	21°	±	0—20°	+	r≶v	Habitus lamelar, macle simple și multiple
0,048	0°	—	84°	+	r<v	Habitus tabular sau prismatic Colorat cînd conține Mn sau Fe; pur- — incolor
0,57	0°		83°	—	slabă	PAO ∣∣001; α=b absorbție α<β<γ
0,119	0°		36°	—	puternică	PAO ∣∣(001)
0,119	13°		7°	—	slabă	PAO ∣∣b
0,28	4°	+	mic	+	f. puternică r>v	macle (011) : PAO ∣∣(010) absorbție α, β<γ

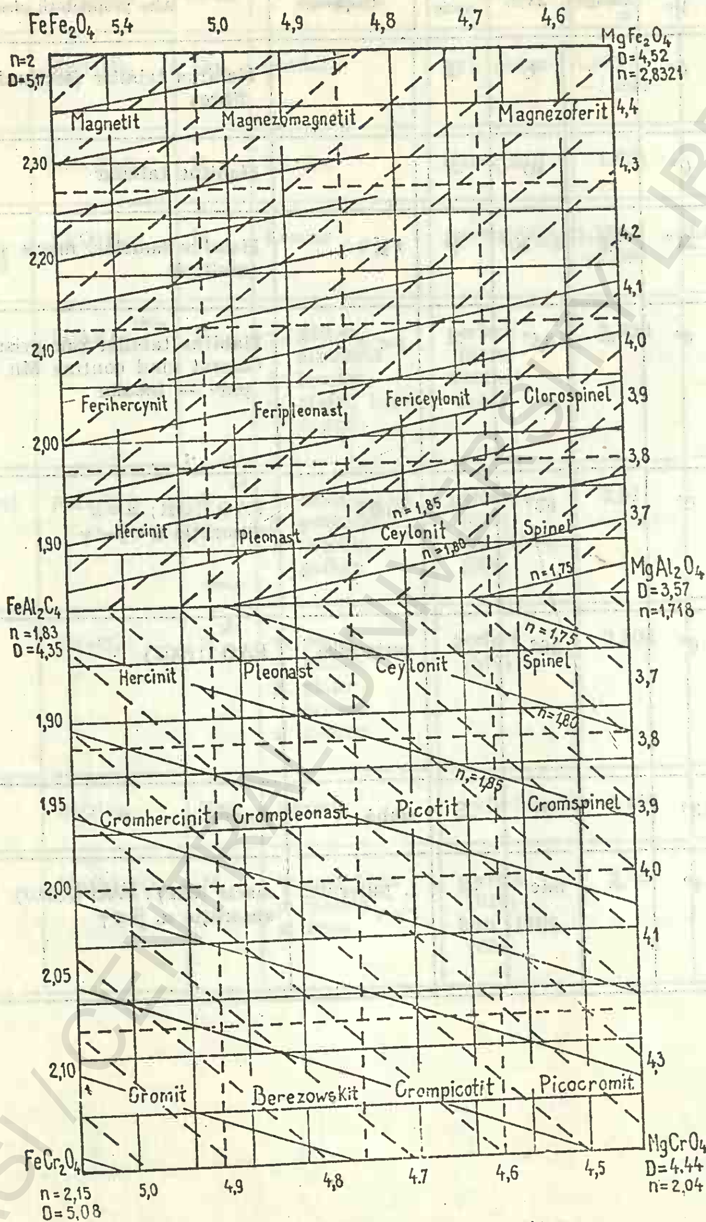


Fig. 249. **Diagrama variației indicelui de refracție (n) și greutății specifice (G) în grupul spinelilor.**

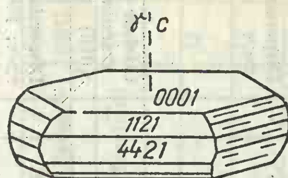
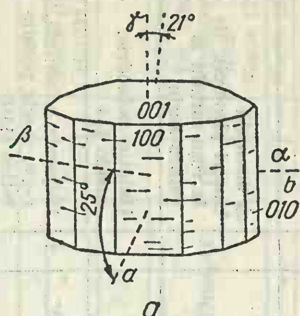


Fig. 250. Brucit.



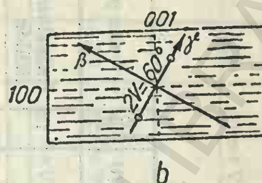


Fig. 251. Hidrargilit:

a — habitus și orientare optică; *b* — secțiune || (010).

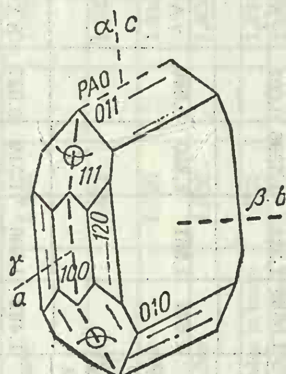


Fig. 252. Diaspor.

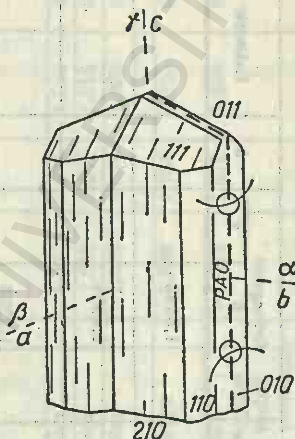


Fig. 253. Goethit.

HALOGENURI—ORIENTĂRI OPTICE

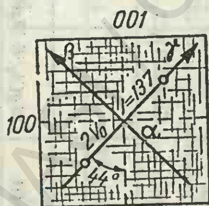


Fig. 254. Criolit.

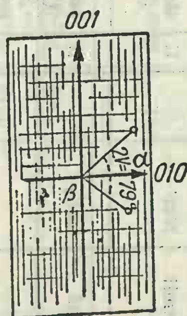


Fig. 255. Atacamit.

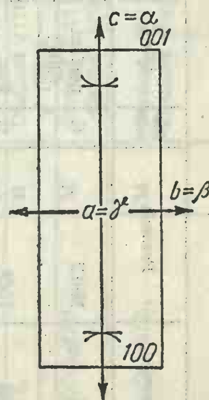


Fig. 256. Carnalit.

Halogenuri

Tabelul 295

Halogenuri — Proprietăți optice

Mineral	Formula	Sistem	Clivaj	Culoare pleocroism	Refringență α	β n	γ	Δ	Extincție	Alungire	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți
Halit	NaCl	C	perfect (001)	incolor		1,5443							Incluziuni gazoase și lichide
Silvină	KCl	C	bun (001)	incolor		1,4904							
Villiaumit	NaF	C	slab (001)	incolor		1,3258							Δ anomală Uneori pleocroic: de la roșu-carmin la galben-auriu
Fluorină	CaF_2	C	perfect (111)	incolor		1,43385							Habitus octaedric; macle 111
Criolit	Na_3AlF_6	M	perfect (001), bun (110)	incolor brun	1,3385	1,3389	1,3396	0,001	$\gamma \wedge c = 44°$	+	43°	+	Dispersie orizontală, r<v, macle polisintetice (110)
Atacamit	$Cu_2(OH)_3Cl$	R	perfect (010)	slab pleocroic α: verde β: gălbui γ: verde de iarbă	1,831	1,861	1,880	0,049	$\gamma \wedge c = 0°$	+	75°	—	Dispersie puternică r<v
Bischofit	$MgCl_2 \cdot 6\,H_2O$	M		incolor	1,492	1,506	1,519	0,027	$\beta \wedge c = 10°$	—	79°	+	Cristale fibroase sau granulare. PAO ⊥ (010)
Carnalit	$KMgCl_3 \cdot 6\,H_2O$	R		incolor	1,4665	1,4753	1,4937	0,0272	$\gamma \wedge c = 0°$		69°	+	Dispersie slabă r>v; PAO ∥ 010

Carbonați — Proprietăți optice

Tabelul 2

Mineral	Formula	Sistem	Clivaj; unghi de clivaj	Culoare (Pleocroism)	Indicii de refracție γ ε	β	α ω	Δ	Extincție	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți
Calcit	$CaCO_3$	Trig.	Perfect (10$\bar{1}$1); $\alpha^*=74°55'$	Incolor	1,658		1,486	0,172	Simetrică	U		Pleocroism de relief. Macle (0001)
Dolomit	$CaMg(CO_3)_2$	Trig.	Perfect (10$\bar{1}$1); $\alpha=73°45'$	Incolor	1,679		1,502	0,177	„	U		Macle (0001) și (1011)
Magnezit	$MgCO_3$	Trig.	Perfect (10$\bar{1}$1); $\alpha=72°36'$	Incolor	1,700		1,510	0,190	„	U		
Rodocrozit	$MnCO_3$	Trig.	Perfect (10$\bar{1}$1); $\alpha=73°9'$	Incolor	1,820		1,600	0,220	„	U		
Ankerit	$Ca(MgFe)(CO_3)_2$	Trig.	Perfect (10$\bar{1}$1);	Incolor la brun	1,728		1,531	0,197	„	U		
Siderit	$FeCO_3$	Trig.	Perfect (10$\bar{1}$1); $\alpha=73°0'$	Incolor la brun	1,875		1,663	0,242	„	U		Macle (0001) și (01$\bar{1}$1)
Smithsonit	$ZnCO_3$	Trig.	Perfect (10$\bar{1}$1); $\alpha=72°20'$	Incolor	1,849		1,621	0,226	„	U		
Aragonit	$CaCO_3$	R	Slab (010)	Incolor	1,686	1,682	1,530	0,156	Dreaptă	18°	—	Habitus acicular, fibros Alungire negativă Macle (110)
Witherit	$BaCO_3$	R	Distinct (010)	Incolor	1,677	1,676	1,529	0,148	„	16°	—	Macle (110)
Stronțianit	$SrCO_3$	R	Distinct (110)	Incolor	1,666	1,664	1,516	0,150	„	10°	—	
Ceruzit	$PbCO_3$	R	Distinct (110) și (021)	Incolor	2,078	2,076	1,804	0,274	„	8°	—	Macle (110), rar (130)
Azurit	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	M	Perfect (011), distinct (100)	Albastru	1,838	1,758	1,730	0,108	$\gamma \wedge c=12°$	68°	+	Pleocroic; $\alpha=b$
Malachit	$Cu_2(CO_3)(OH)_2$	M	Perfect (201) Distinct (010)	Verde γ — verde-închis β — verde-gălbui α — incolor	1,909	1,875	1,655	0,254	$\alpha \wedge c=23°$	43°	—	Habitus acicular, fibros, macle (100) $\beta=b$
Auricalcit	$(Zn, Cu)_5(CO_3)_2(OH)_6$	M	Perfect (100)	α — incolor γ, β — verde-pal, bleu-pal	1,73—1,75	?	1,63—1,65	0,08—0,11	$\gamma \Delta a=13°$	40°	—	Habitus lamelar și fibros

* — Unghiul dintre direcțiile de clivaj pe fața (10$\bar{1}$1)

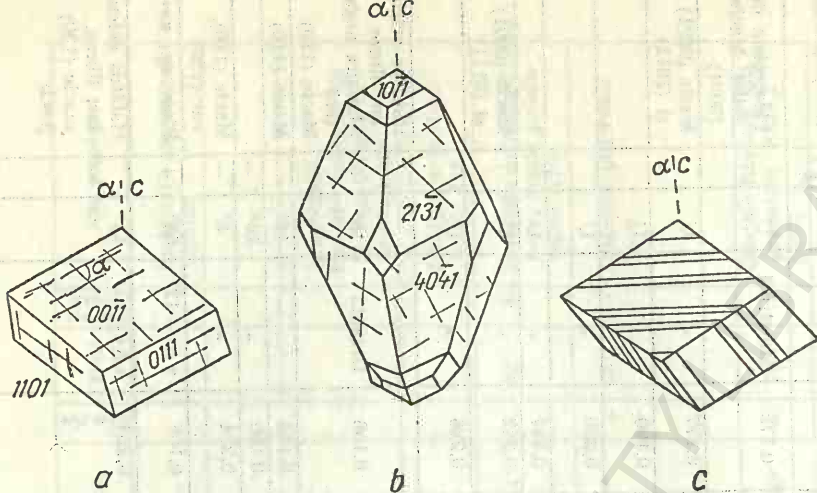


Fig. 257. Calcit:

a — habitus şi orientare optică; *b* — habitus şi orientare optică; *c* — macle polisintetice după (02$\bar{2}$1).

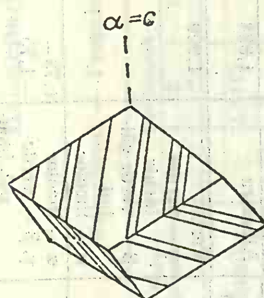


Fig. 258. Dolomit: macle polisintetice după (02$\bar{2}$1).

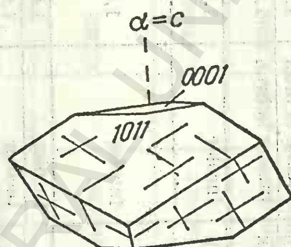


Fig. 259. Magnezit.

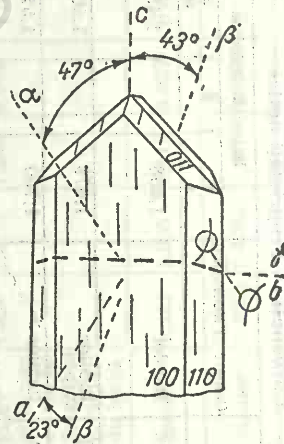
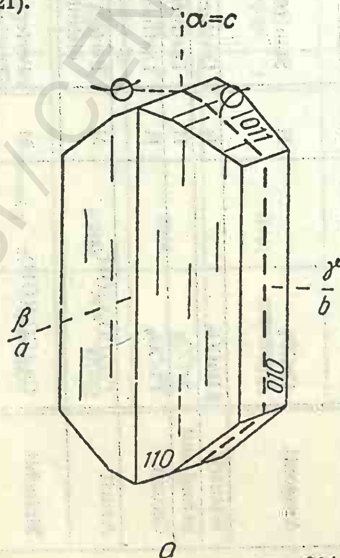


Fig. 260. Hidromagnezit.



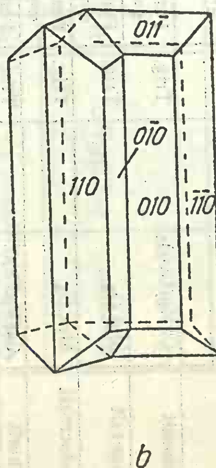
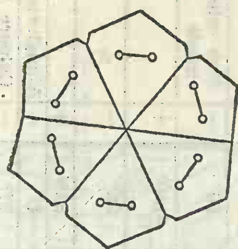
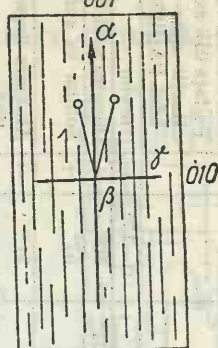
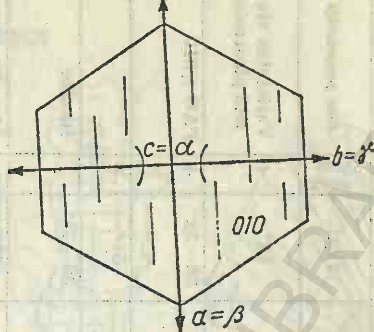


Fig. 261. Aragonit:







c — cristal pseudohexagonal (secţiune ⊥ c); *d* — Aragonit: secţiune || (110); *e* — secţiune ⊥ c.

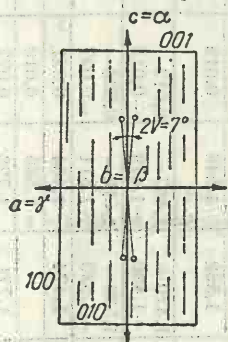


Fig. 262. Stronţianit: secţiune || (010).

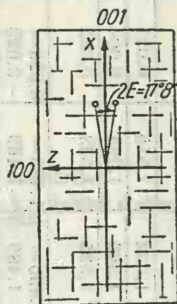


Fig. 263. Ceruzit: secţiune || (010).

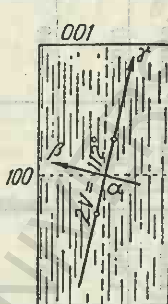


Fig. 264. Azurit: secţiune || (010).

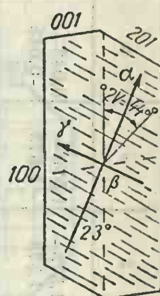


Fig. 265. Malachit: secţiune || (010).

CARBONAŢI — DIAGRAME

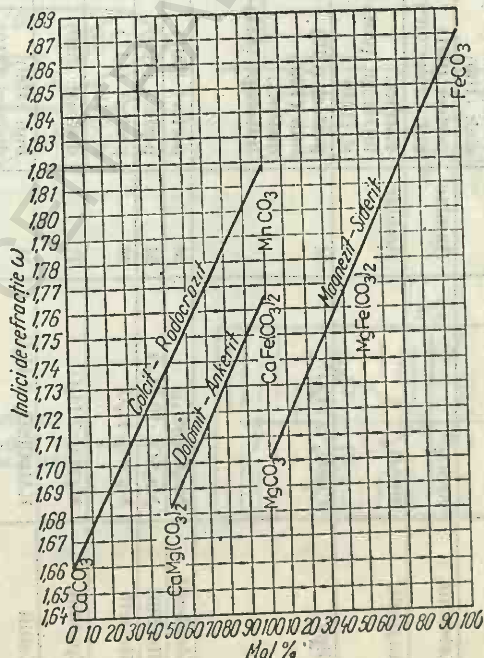


Fig. 266. Variaţia indicelui de refracţie (ω) la carbonaţii trigonali.

Sulfați

Sulfați — Proprietăți optice

Mineral	Formula	Sistem	Clivaj	γ	β	α	Δ	Extincție	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți
Anhidrit	$CaSO_4$	Rombic	perfect (001) bun (010) distinct (100)	1,613— —1,617	1,575— —1,578	1,570— —1,573	0,043— —0,045	0°	42°	+	Varietatea violetă pleocroică
Baritină	$BaSO_4$	Rombic	perfect (001) bun (2 dir. 78°) slab (100)	1,648	1,637	1,636	0,012	0°	36—38°	+	PAO ‖ 010
Celestină	$SrSO_4$	Rombic	perfect (001) bun (2 dir. 76°)	1,631	1,624	1,622	0,009	0°	51°	+	
Anglezit	$PbSO_4$	Rombic	distinct, întrerupt (001) și (110)	1,894	1,882	1,877	0,017	0°	60—75°		Incolor
Gips	$CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$	M	perfect (010) bun (100) distinct, întrerupt (111)	1,530	1,523	1,521	0,009	α ∧ c=38°	58°	+	Alungire negativă Macle 100 și 101 Pe fața 010 extincție simetrică PAO‖010
Glauberit	$Na_2Ca(SO_4)_2$	M	perfect (001)	1,536	1,532	1,515	0,021	30°	0—17°	—	Incolor
Mirabilit	$Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$	M	perfect (100)	1,539	1,396	1,394	0,004	γ ∧ c=26—31°	80°	+	Alungire pozitivă
Kieserit	$MgSO_4 \cdot H_2O$	M	perfect (111) și (110)	1,586	1,535	1,523	0,063	γ ∧ c=76°	57°	+	Solubil în apă
Epsomit	$MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$	R	distinct (010)	1,461— —1,492	1,455— —1,489	1,433— —1,469	0,028— —0,023	0°	51°	—	Alungire negativă
Kainit	$KMgClSO_4 \cdot 3\ H_2O$	M	bun (100) distinct (110)	1,546	1,505	1,494	0,022	α ∧ c=80°	85°	—	Solubil în apă
Polihalit	$K_2MgCa_2(SO_4)_4 \cdot 2\ H_2O$	Trc.	(110)	1,567	1,562	1,548	0,019	20—29°	60°	—	Slab colorat macle
Melanterit	$FeSO_4 \cdot 7\ H_2O$	M	distinct (001) și (110)	1,478— —1,489	1,470— —1,480	1,467— —1,479	0,012— —0,015	54°—78°	mare	+	
Calcantit	$CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$	Trc.	perfect (110)	1,546— —1,538	1,539— —1,530	1,518— —1,511	0,030— —0,027	variabilă	56°	—	
Thenardit	Na_2SO_4	R	distinct (001)	1,485	1,474	1,464	0,021	0°	83°	+	
Alunit	$KAl_3(OH)_6(SO_4)_2$	Trig.	distinct (001)	1,590		1,580	0,010	0°	U	+	Alungire negativă
Brochantit	$Cu_4(OH)_6SO_4$	M	perfect (100)	1,800	1,771	1,728	0,072	13°	77°	—	Culoare verde, slab pleocroic, macle (100)

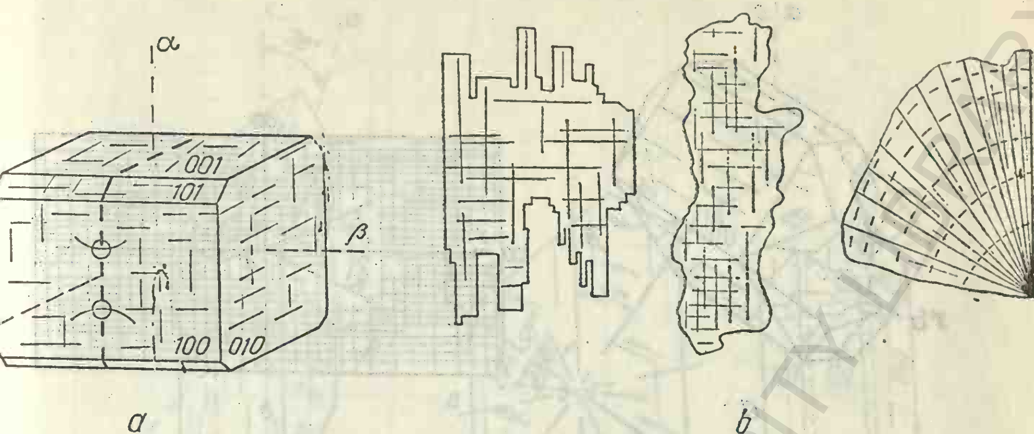


Fig. 267. Anhidrit:
a — habitus şi orientare optică; b — habitus şi clivaj; c — secţiune || (010).

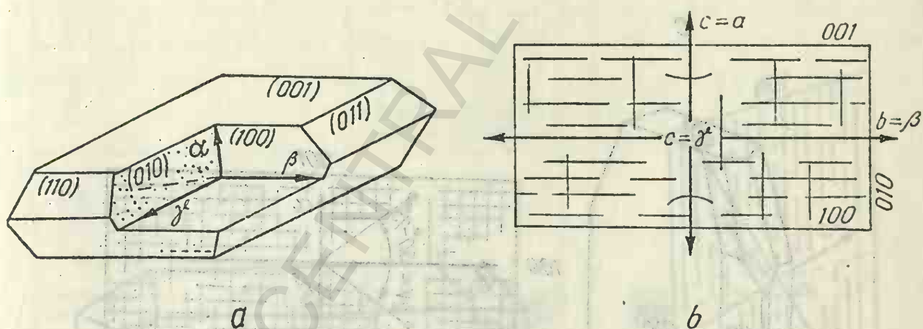
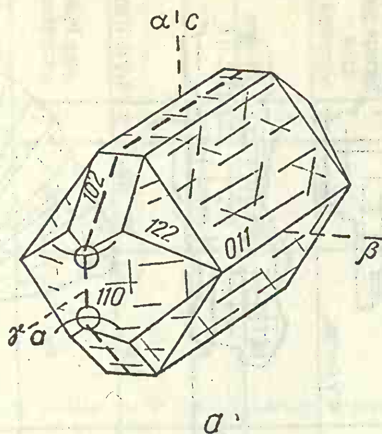
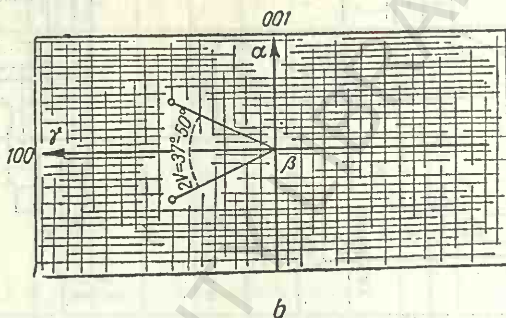


Fig. 268. Baritină:
a — habitus şi orientare optică; b — secţiune || (100); c — secţiune || (010).





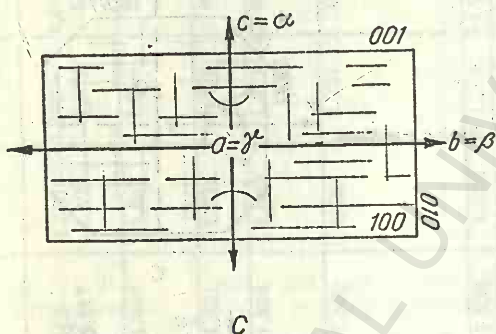
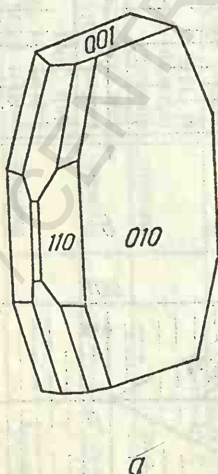


Fig. 269. Celestină:
a — habitus şi orientare optică; *b* — secţiune ‖ (010); *c* — secţiune ‖ (100).



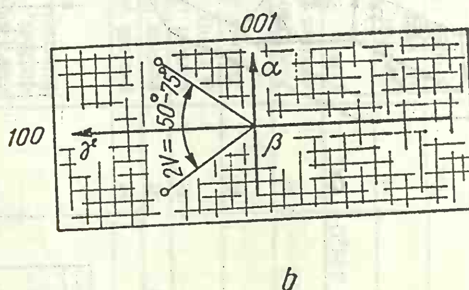


Fig. 270. Anglezit:
a — habitus; *b* — secţiune ‖ (010).

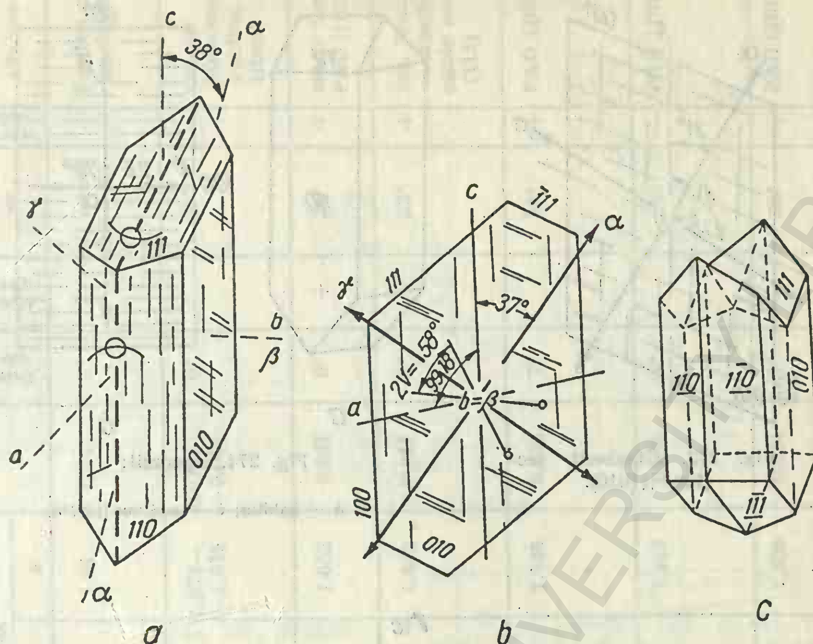


Fig. 271. Gips:
a — habitus şi orientare optică; *b* — secţiune || (010); *c* — gips maclat.

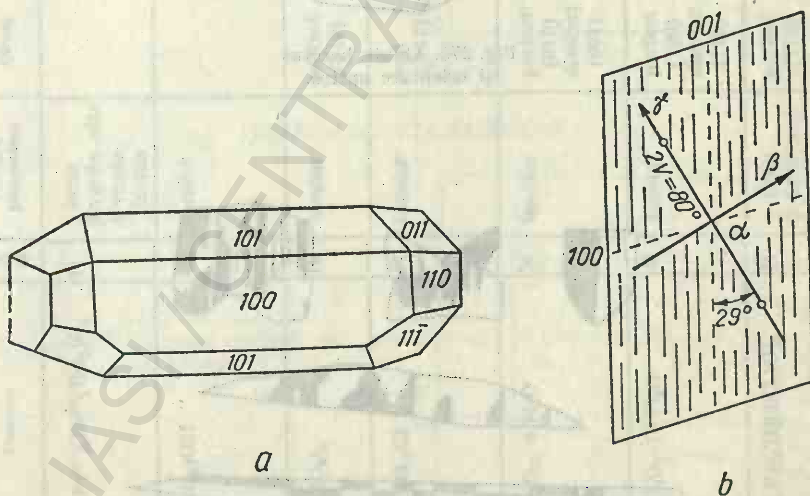


Fig. 272. Mirabilit:
a — habitus; *b* — secţiune || (010).

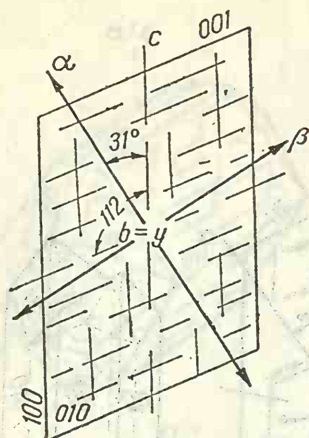
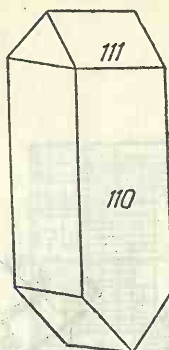


Fig. 273. Glauberit: secțiune || (010).



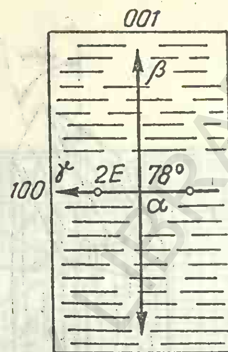


Fig. 274. Epsomit:

a — habitus; *b* — secțiune || (010).

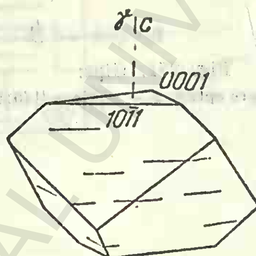


Fig. 275. Alunit: habitus și orientare optică.

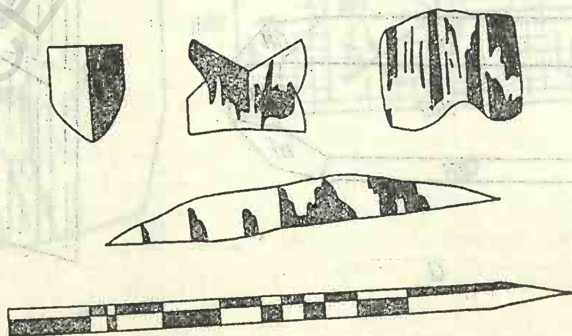


Fig. 276. Polihalit: macle polisintetice.

Tabelul 298

Borați — Proprietăți optice

Mineral	Formula	Sistem	Culoare pleocroism	Clivaj	Refringența γ	β	α	Δ	Extincție	Alungire	2V	semn optic	Alte proprietăți
Ludwigit	$(Mg, Fe^{2+})_2Fe^{3+}(BO_3)O_2$	R	γ brun β verde, oliv α verde-închis		1,98	1,85	1,84	0,14	0°	+	f. mic (2E=40)	+	habitus prismatic, fibros
Szaibelyt (Ascharit)	$Mg(BO_2)OH$	R	incolor		1,650— —1,740	1,620— —1,735	1,575— —1,675	0,075— —0,055	0°		25°	—	var. cu Mn=sussexit habitus fibros
Kotoit	$Mg_3(BO_3)_2$	R	incolor	perfect (110)	1,673	1,653	1,652	0,021	0°	+	21°	+	macle lamelare PAO ‖ (010)
Boracit	$Mg_3B_7O_{13}Cl$	R	incolor	bun (111)	1,673	1,663	1,662	0,011	0°	+	83°	+	var. fibroasă= =stassfurtit macle complexe (111)
Colemanit	$Ca_2B_6O_{11} \cdot 5\ H_2O$	M	incolor	perfect (010) distinct (001)	1,614	1,592	1,586	0,028	7°		56°	+	PAO ⊥(010)
Borax	$Na_2B_4O_7 \cdot 10\ H_2O$	M	incolor	perfect (100) distinct (110)	1,472	1,469	1,447	0,025	55°	—	39°	—	PAO ⊥(010)
Warwickit	$(Mg, Fe)_3Ti[(BO_3)O]_2$	R	γ brun β brun-roșcat α galben	perfect (110)	1,830	1,809	1,806	0,024	0°	—	59°	+	PAO ‖(010)

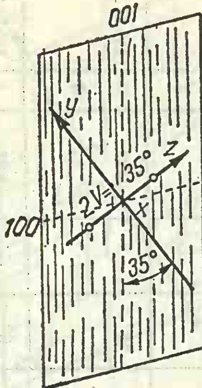


Fig. 277. Borax: secţiune || (010).

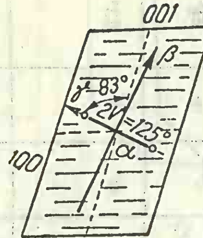


Fig. 278. Colemanit: secţiune || (010).

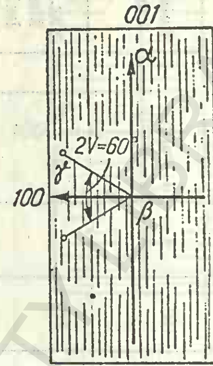


Fig. 279. Warwickit: secţiune || (010).

BORAŢI—DIAGRAME

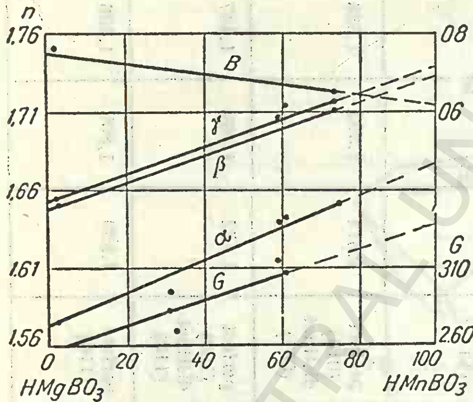


Fig. 280. Variaţia proprietăţilor optice în seria ascharit-sussexit.

WOLFRAMAŢI—DIAGRAME

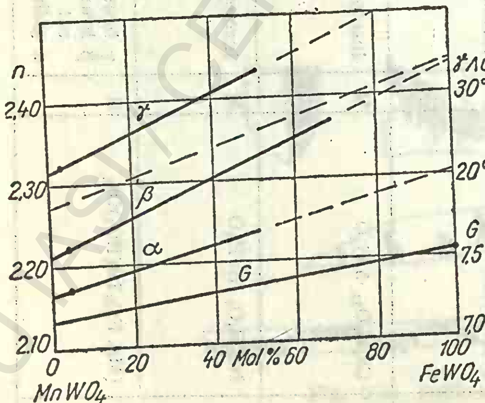


Fig. 281. Variaţia proprietăţilor optice în seria hübnerit-ferberit.

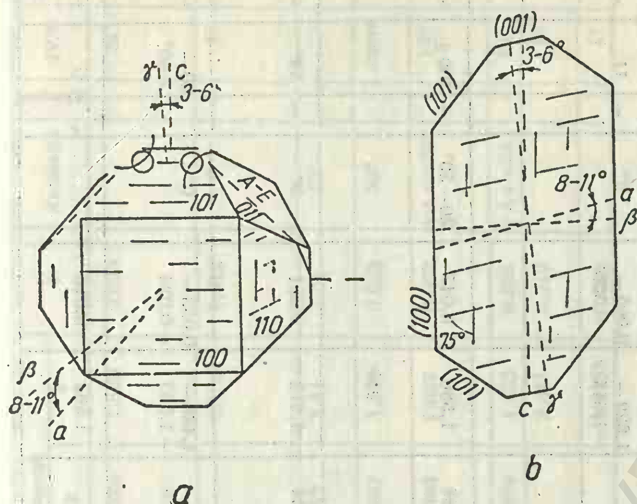


Fig. 282. Monazit:
a — habitus şi orientare optică; *b* — secţiune || (010).

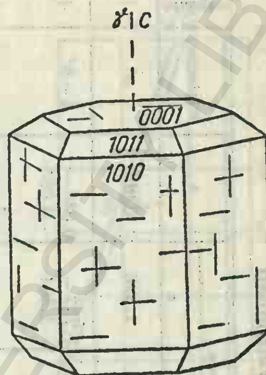


Fig. 283. Apatit: habitus şi orientare optică.

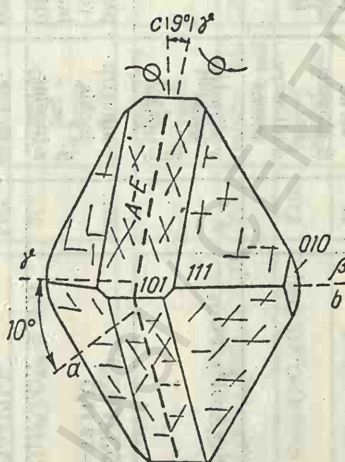


Fig. 284. Lazulit: habitus şi orientare optică.

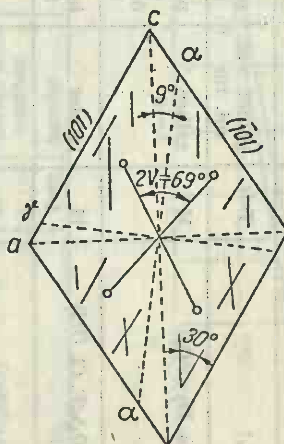


Fig. 285. Lazulit: secţiune || (010).

Tabelul 299

Fosfați — Arseniați — Vanadați — Wolframați

Mineral	Formula	Sistem	Culoare pleocroism	Clivaj	Refringența γ ω	Refringența β	Refringența α ε	Δ	Extincție	Alungire	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți
Xenotim	$Y(PO_4)$	Tetr.	gălbui, verzui, roz	perfect (110)	1,761	—	1,826	0,065	0°	+	U	+	pseudoabsorbție,
Monazit	$(Ce, La, Dy)(PO_4)$	M	galben, brun	perfect (001) distinct (100)	1,837—1,849	1,788—1,801	1,787—1,801	0,045—0,055	1—6°	+	6—19	+	macle (100)
Apatit	$Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$	H	incolor	bun (0001) și (1010)	1,634—1,647		1,629—1,644	0,005—0,003	0°	—	U	—	contur prismatic sau hexagonal, aspect șagrinat,
Vivianit	$Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8\,H_2O$	M	γ-oliv, verde β-albastru-pal α-albastru-intens	perfect (010) distinct (100)	1,627	1,598	1,580	0,047	20—30°	+	100±	+	în stare proaspătă este incolor
Lazulit	$(Mg, Fe)(AlOH)_2(PO_4)_2$	M	γ-albastru-azur β- „ „ α-incolor	—	1,643	1,634	1,612	0,031	9°	—	69°	—	macle lamelare (110) și (101)
Autunit	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10-12\,H_2O$	Tetr.	γ-albastru-închis β- „ „ α-incolor	perfect (001) bun (100), (010), (110)	1,521—1,577	1,510—1,575	1,488—1,553	0,033—0,024	0°		30—60°	—	prezintă caractere de mineral biax
Torbernit	$Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8-12\,H_2O$	Tetr.	ω-galben-verzui ε-albastru	perfect (001) distinct (100)	1,592		1,582	0,010			U	—	habitus foios

Mineral	Formula	Sistem	Culoare pleocroism	Clivaj	Refringența γ / ω	β	α / ε	Δ	Extincție	Alungire	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți
Wavellit	$Al_3(OH)_3(PO_4)_2 \cdot 5\ H_2O$	R	γ-galben-pal β-brun-gălbui	bun (110), (011), (010)	1,545	1,534	1,525	0,020			72°	+	poate fi și incolor
Piromorfit	$Pb_5(PO_4)_3Cl$	H	α-albastru-verde ω-verde ε-gălbui	—	2,061		2,049	0,012	0°	—	U		anomal biax
Turcoază	$CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4\ H_2O$	Tric.	incolor, albastru-pal	distinct (110)	1,65	1,62	1,61	0,04	12°		22°	—	
Ambligonit	$(Li, Na)Al(PO_4)(F, OH)$	Tric.	incolor verzui, roz	perfect (100) bun (110)	1,617	1,607	1,595	0,022	50°		mare		macle lamelare $(\bar{1}\bar{1}1)$
Eritrină	$Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$	M	γ-roșu β-violet-pal α-roz-pal	perfect (010)	1,701	1,663	1,629	0,072	$\gamma \wedge c = 32°$	+	89°	+	
Annabergit	$Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8\ H_2O$	M	verde-pal	perfect (010)	1,687	1,658	1,622	0,065	$\gamma \wedge c = 35°$	+	84°	—	
Vanadinit	$Pb_5(VO_4)_3(Cl)$	H	ω-roșu-brun ε-galben		2,358		2,311	0,017			U	—	habitus prismatic
Scheelit	$CaWO_4$	Tetr.	incolor	bun (111)	1,9345		1,9185	0,016			U	+	

FOSFAȚI — DIAGRAME

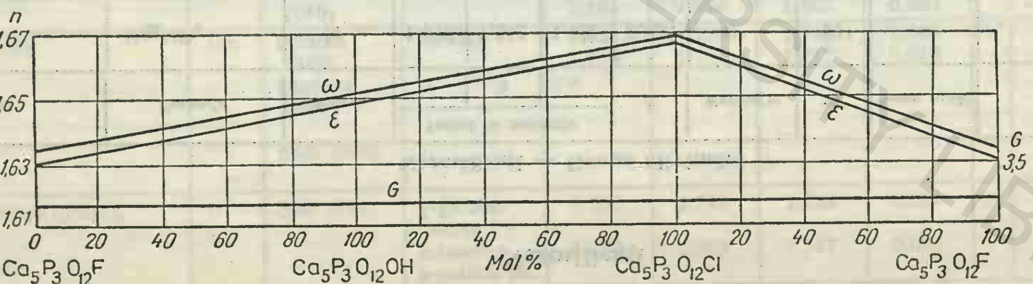


Fig. 286. Variația proprietăților optice în seria dublă: fluorapatit-hidroxilapatit-clorapatit.

Nezosilicaţi

Tabelul 300

Nezosilicaţi — Grupa olivinelor

Mineral	Formula	Sistem	Indici de refracţie			Δ	Extincţie	2V	Semn optic	Proprietăţi comune
			γ	β	α					
Forsterit	Mg_2SiO_4	R	1,670	1,651	1,635	0,035	0°	99°	—	Incolore, aspect şagrinat, clivaj slab (010), spărturi neregulate, extincţie dreaptă şi simetrică, alungire pozitivă, prin alteraţie: — serpentinizare; → crisotil antigorit — martitizare → oxizi de fier
Crisolit	$Fo_{80}Fa_{20}$	R	1,712	1,692	1,674	0,038	0°	87°	—	
Hialosiderit	$Fo_{60}Fa_{40}$	R	1,753	1,735	1,712	0,041	0°	78°	—	
Hortonolit	$Fo_{40}Fa_{60}$	R	1,792	1,778	1,748	0,044	0°	69°	—	
Ferohortonolit	$Fo_{20}Fa_{80}$	R	1,833	1,822	1,786	0,047	0°	58°	—	
Fayalit	Fe_2SiO_4	R	1,875	1,864	1,824	0,051	0°	47°	—	
Knebelit	$(MnFe)_2SiO_4$	R	1,850	1,840	1,800	0,050	0°	50°	—	
Tefroit	Mn_2SiO_4	R	1,820	1,805	1,780	0,040	0°	50°	—	
Picrotefroit	$(MnMg)_2SiO_4$	R	1,740	1,724	1,710	0,020	0°	85°	—	

Tabelul 301

Nezosilicați — Grupa granaților

Mineral	Formula	Sistem	Culoare	Indice de refracție n	Alte proprietăți
Pirop	$Mg_3Al_2(SiO_4)_3$	C	Incolor (roz)	1,705	Habitus dodecaedral, trapezoidal, aspect șagrinat, incluziuni frecvente, spărturi
Almandin	$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$	C	Incolor (cenușiu)	1,778—1,830	
Spessartin	$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	C	Incolor (galben)	1,800	
Grossular	$Ca_3Al_2(SiO_4)_3$	C	Incolor	1,735	Habitus dodecaedral, trapezoidal Birefringență anomală, structuri zonare, macle sectoriale
Andradit	$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$	C	Incolor (verde-gălbui)	1,880—1,900	
Uvarovit	$Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	C	Verde	1,840—1,870	

Tabelul 302

Nezosilicați — Grupa silicaților de aluminiu

Mineral	Formula	Sistem	Clivaj	Culoare	Indici de refracție γ	β	α	Δ	Extincție	2V	Semn optic	Alte proprietăți
Andaluzit	$Al_2(SiO_4)O$	R	Distinct (110)	γ incolor α incolor (roz)	1,638 1,651	1,633 1,644	1,629 1,640	0,007 0,010	0°	83° —85°	—	Pe fața (001) 2 direcții de clivaj
Sillimanit	$Al(AlSiO_5)$	R	Distinct (010)	incolor	1,677 1,684	1,658 1,670	1,655 1,661	0,020 0,023	0°	20° —30°	+	Habitus acicular PAO‖010
Disten	$Al_2(SiO_4)O$	Trc.	Perfect (100) Distinct (001) Slab (010)	incolor	1,728 1,729	1,720 1,722	1,712 1,717	0,015 0,016	30°	82° —83°	+	Habitus prismatic, extincție 60° în secțiuni bazale; în secțiuni groase, pleocroic; albastru-incolor; clivaj în 2 direcții în secțiuni transversale
Staurolit	$FeAl_4(SiO_4)O_2(OH)_2$	R	Slab (010)	γ-galben-auriu β-incolor α-galben-pal	1,750 1,762	1,745 1,753	1,739 1,747	0,011 0,015	0°	80° —90°	+	PAO‖100; alterații: sericit, talc

Tabelul 303

Nezosilicați — Grupa humitelor

Mineral	Formula chimică	Sistem	Clivaj	Culoare Pleocroism
Chondrodit	$(Mg, Fe)_5(SiO_4)_2(F, OH)_2$	M	slab (001)	γ — incolor, galben, verde β — brun, gălbui-pal α — brun-roșcat, galben-roșcat
Humit	$(Mg, Fe)_7(SiO_4)_2(F, OH)_2$	M	slab (001)	γ — galben-auriu-pal β — galben-pal, incolor α — galben-auriu-închis
Clinohumit	$(Mg, Fe)_9(SiO_4)(F, OH)_2$	M	slab (001)	γ — galben-pal, incolor β — galben-verzui α — galben-bruniu

Mineral	Refringența			Δ	Extincție	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți observații
	γ	β	α					
Chondrodit	1,619 1,675	1,602 1,655	1,592 1,643	0,025 0,037	β∧c=22—31	64—90°	+	macle (001)
Humit	1,639 1,675	1,619 1,653	1,607 1,643	0,028 0,036	β∧c=0	68—81°	+	dispersie slabă
Clinohumit	1,651 1,728	1,636 1,709	1,623 1,702	0,028 0,045	β∧c=7—15	52—90°	+	macle lamelare (001)

Tabelul 304

Alți nezosilicați

Mineral	Formula chimică	Sistem	Clivaj	Culoare Pleocroism
Zircon	$Zr[SiO_4]$	Tetr.	slab (110) și (111)	incolor cu tente brun-verzui
Topaz	$Al_2[SiO_4]_2(F, OH)$	R	perfect (001)	incolor
Sfen	$CaTi[SiO_4](O, OH, F)$	M	bun (110)	γ — roz, gălbui β — roz-verzui, brun α — verde-bruniu, incolor

Mineral	Refringența γ	Refringența β	Refringența α	Δ	Extincție	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți Observații
Zircon	1,96 2,02		1,92 1,96	0,04 0,06	$\gamma \wedge c=0$	U	+	Habitus prismatic cu fețe terminale piramidale, macle (111), prin alterație spre stadiul amorf (metamictic) refringența și birefringența scad, rar biax.
Topaz	1,617 1,637	1,610 1,629	1,607 1,629	0,008 0,010	$\gamma \wedge c=0$	66—68°	+	În secțiuni groase pleocroic; γ roz-violet; β roz-gălbui; α galben-bruniu; incluziuni lichide și gazoase.
Sfen	1,979 2,054	1,894 1,935	1,888 1,918	0,091 0,146	$\gamma \wedge c=45-57$	24—50°	+	Habitus caracteristic în formă de romb, macle după (100), dispersie puternică.

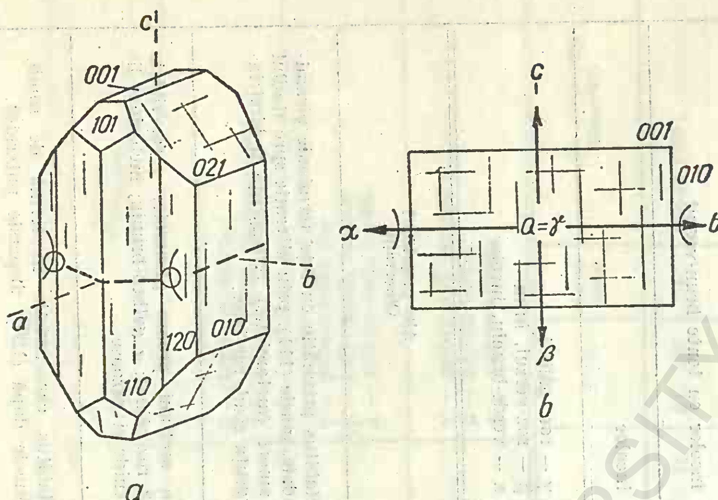


Fig. 287. Forsterit:
a — orientare optică;
b — secțiune ‖ (100).

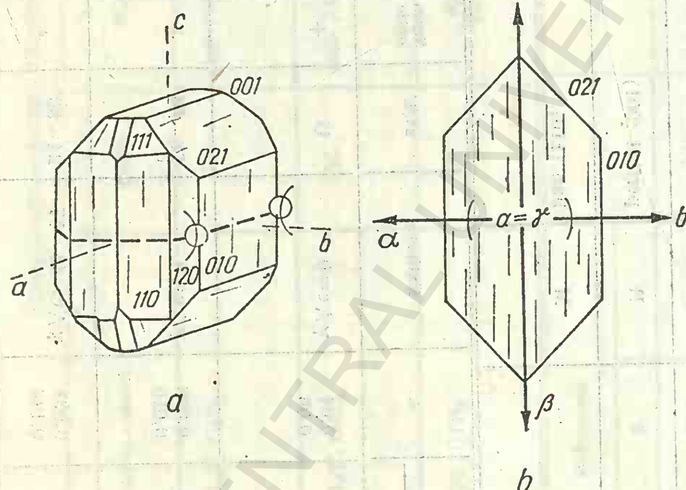


Fig. 288. Fayalit:
a — orientare optică;
b — secțiune ‖ (100).

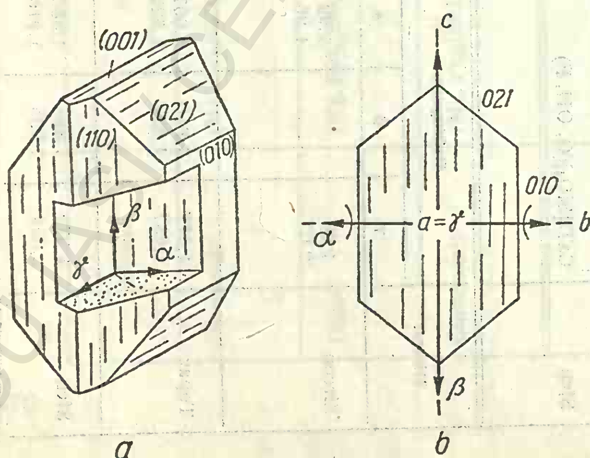


Fig. 289. Olivină:
a — habitus și orientare optică; *b* — secțiune ‖ (100).

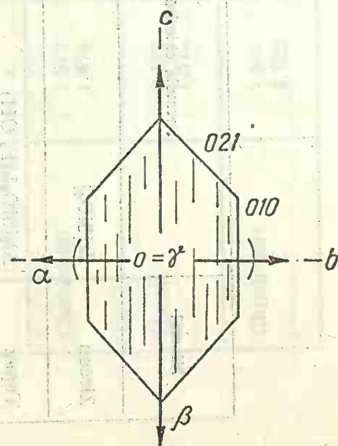


Fig. 290. Monticellit: secțiune ‖ (100).

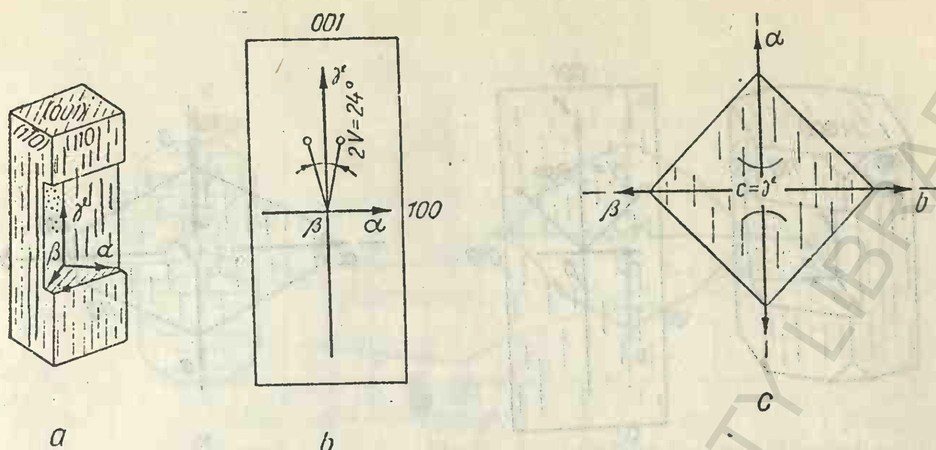


Fig. 291. Sillimanit:
a — orientare optică; *b* — secțiune ‖ (110); *c* — secțiune ‖ (001).

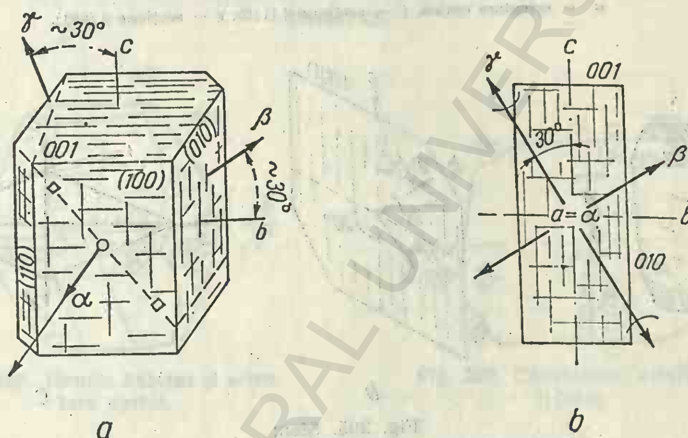


Fig. 292. Disten:
a — orientare optică; *b* — secțiune ‖ (100).

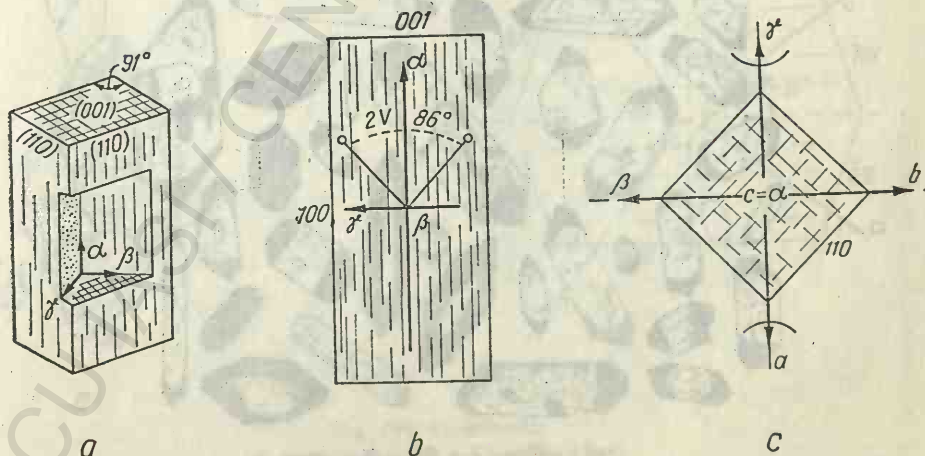


Fig. 293. Andaluzit:
a — orientare optică; *b* — secțiune ‖ (110); *c* — secțiune ‖ (001).

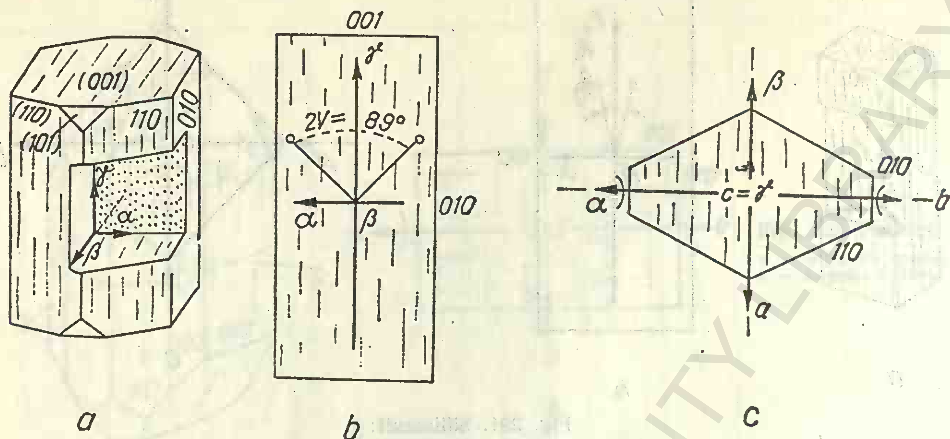


Fig. 294. Staurolit:
a — orientare optică; *b* — secțiune ‖ (110); *c* — secțiune ‖ (001).

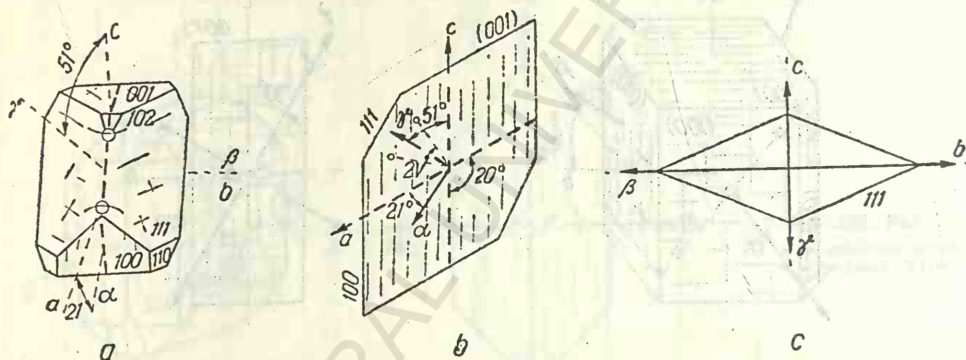


Fig. 295. Sfen:
a — orientare optică; *b* — orientare optică; *c* — secțiune ‖ (110).

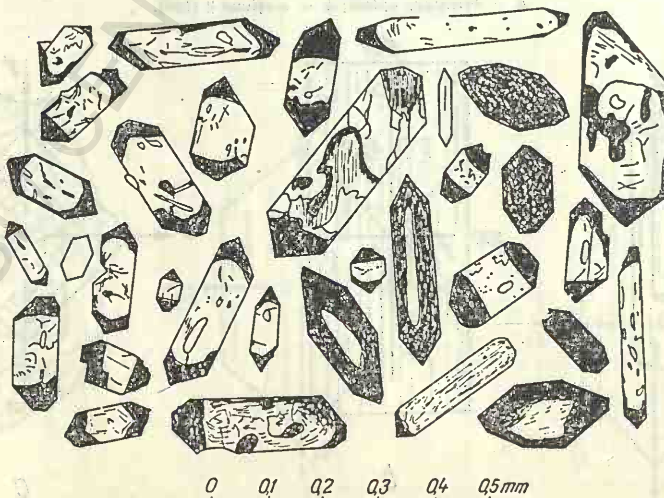
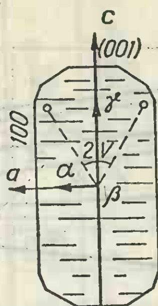


Fig. 296: Habitusul cristalelor de zircon.



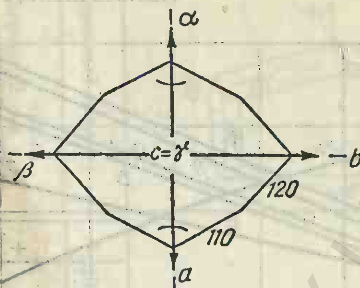


Fig. 297. Topaz:
a — secţiune || (010); *b* — secţiune || (001).

HUMITE

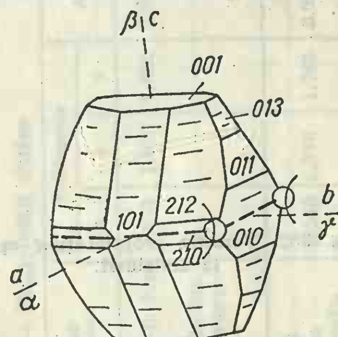


Fig. 298. Humit: habitus şi orientare optică.

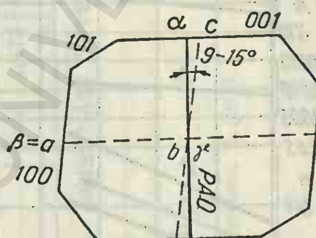
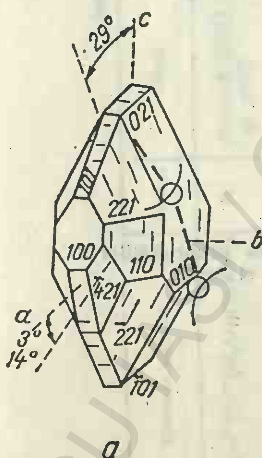


Fig. 299. Clinohumit: secţiune || (010).



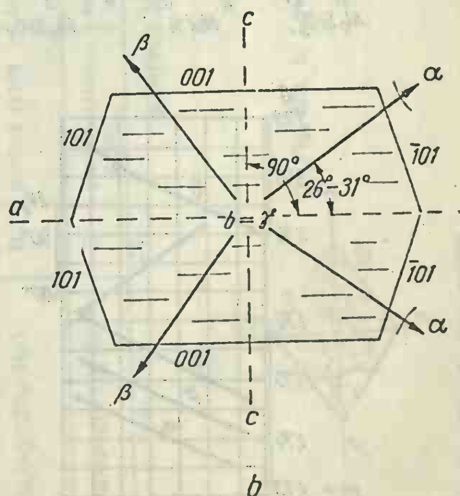


Fig. 300. Chondrodit:
a — orientare optică; *b* — secţiune || (010).

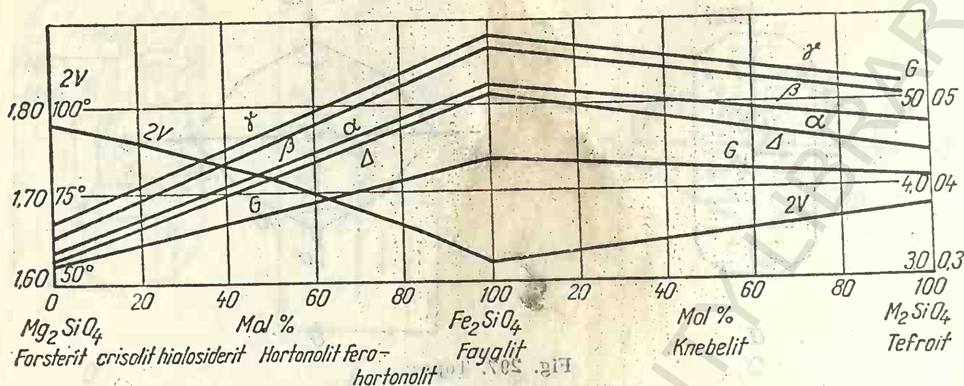


Fig. 301. Variaţia proprietăţilor optice (n, Δ, 2V) şi greutăţii specifice în seria dublă forsterit-fayalit-tefroit.

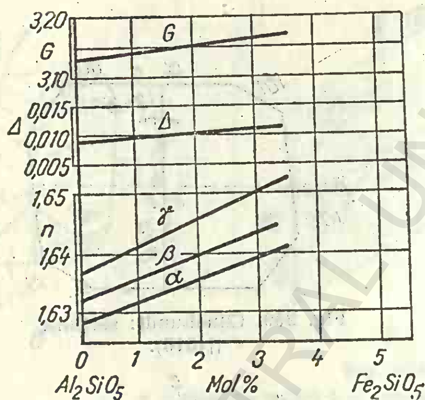


Fig. 302. Variaţia proprietăţilor optice la andaluzit.

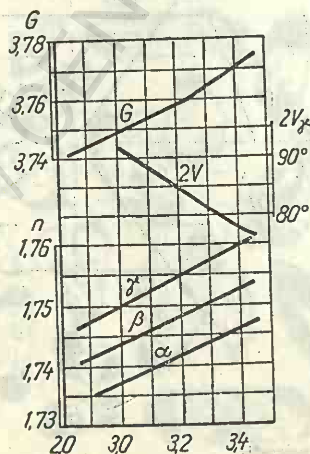


Fig. 303. Variaţia proprietăţilor optice la staurolit.

Sorosilicați

Tabelul 305

Sorosilicați — Proprietăți optice

Denumirea mineralului	Formula chimică	Sistem	Clivaj	Culoare Pleocroism	Refringența α	Refringența β	Refringența γ	Δ	Extincție	Alungire	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți Observații
Ilvait	$Ca_3Fe^{2+}Fe^{3+}[Si_2O_7](O, OH)$	R	distinct (001) și (010)	γ: verde-închis opac β: brun-închis α: galben-bruniu	1,878	1,890	1,926	0,048	0°	+	60°	+	Habitus prismatic P.A.O.‖(100) r≪v α<β<γ
Astrofilit	$(K, Na)_2(Fe^{2+}, Mn)_4(Ti, Zr)[Si_2O_7]_2(OH, F)_2$	Tric.	perfect (010) slab (100)	γ: roșcat β: galben α: portocaliu	1,740	1,746	1,765	0,025	4°	+	75—87	+	Pseudomonoclinic Habitus prismatic P.A.O.‖(010)
Hemimorfit	$Zn_4[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$	R	perfect (110)	incolor	1,614	1,617	1,636	0,022	0°	+	46°	+	Habitus tabular (în s.s. prismatic) ‖(010)
Lawsonit	$CaAl_2[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$	R	perfect (100) și (001)	incolor	1,665	1,674	1,684	0,019	0°	—	76—87	+	Habitus prismatic r≫v

SOROSILICAȚI — ORIENTĂRI OPTICE

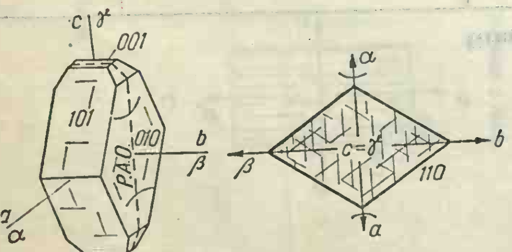


Fig. 304. a. Lawsonit: orientare optică.

Fig. 304. b. Lawsonit: secțiune ⊥ (001).

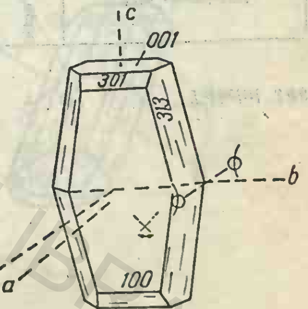


Fig. 305. Astrofilit: orientare optică.

Tabelul 306

Nezo-sorosilicaţi

Grupa melilitelor şi grupa vezuvianului — Proprietăţi optice

Denumirea mineralului	Formula chimică	Sistem	Clivaj	Culoare	Refringenţa		Δ	Extincţie	Alungire	U	Semn optic	Alte proprietăţi Observaţii
					ω	ε						
Akermanit	$(Ca_2Mg)[Si_2O_7]$	Tetr.	(001) slab (110) slab	verde brun	1,632	1,640	0,008	0°	+	U	+	macle (100) şi (001)
Melilit	$(Ca, Na, K)_2(Mg, Al, Fe^{2+}, Fe^{3+})$ $[(Si, Al)SiO_7]$	Tetr.	(001) slab (110) slab	galben verde brun	1,624—1,666	1,616—1,661	0,001—0,003	0°	—	U	+ —	anomal prezintă alungire pozitivă
Gehlenit	$Ca_2Al[(Al, Si)SiO_7]$	Tetr.	(001) slab (110) slab	verde brun	1,669	1,658	0,011	0°	—	U	—	macle (100) şi (001)
Vezuvian	$Ca_{10}(Mg, Fe)_2Al_4[Si_2O_7]_2$ $[SiO_4]_5(OH, F)_4$	Tetr.	(100) slab (110) slab	incolor galben	1,705—1,732	1,701—1,726	0,004—0,006	0°	—	U	—	Δ anomală şi zonară; U+, ±2V, izotrop

GRUPA EPIDOTULUI — ORIENTĂRI OPTICE

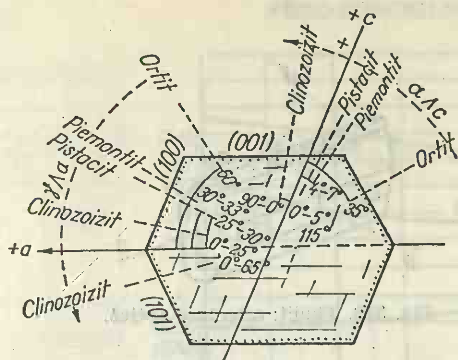


Fig. 306. Unghiurile de extincție la mineralele din grupa epidotului.

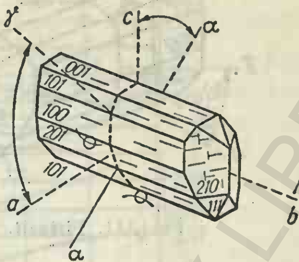
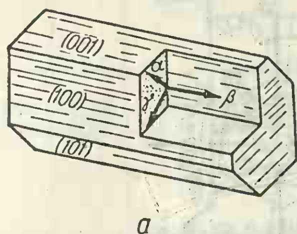
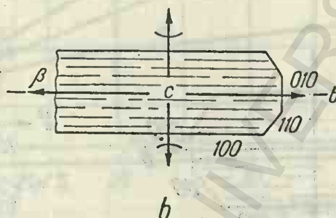


Fig. 308. Ortit: orientare optică.





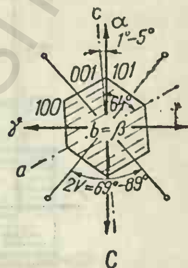
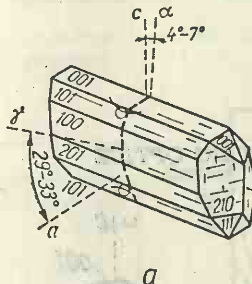
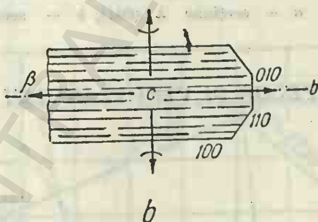


Fig. 307. Epidot monoclinic:
a — orientare generală; *b* — secțiune || (001); *c* — secțiune || (010).





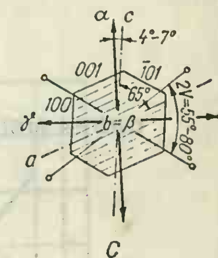
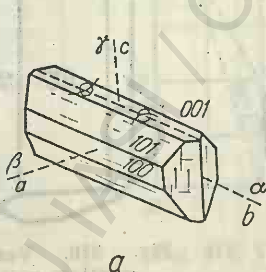
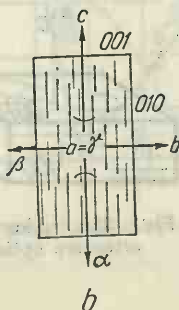


Fig. 309. Piemontit:
a — orientare optică; *b* — secțiune || (001); *c* — secțiune || (010).





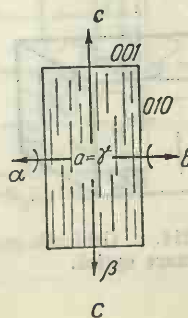


Fig. 310. Zoizit:
a — zoizit; *b* — orientare optică; *c* — secțiune || (100).

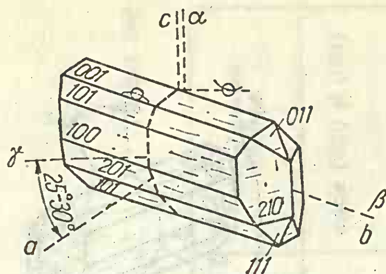


Fig. 311. Pistazit.

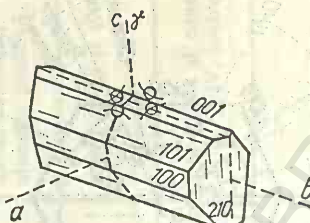


Fig. 312. Thulit: orientare optică.

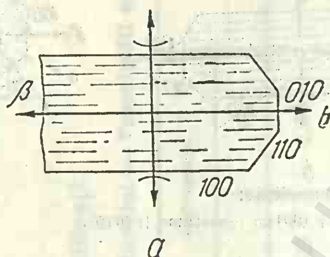


Fig. 313. Clinozoizit:
a — secţiune ⊥ (001); *b* — secţiune || (010).

GRUPA MELILITELOR ŞI VEZUVIANULUI — ORIENTĂRI OPTICE

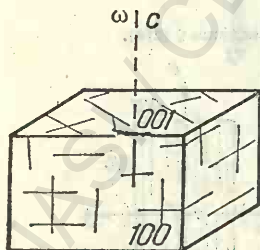


Fig. 314. Gehlenit: orientare optică.

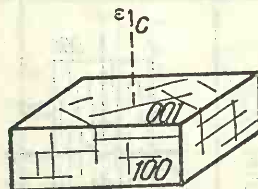


Fig. 315. Akermanit: orientare optică.

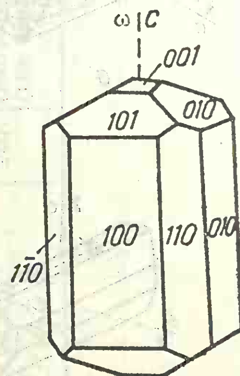


Fig. 316. Vezuvian: orientare optică.

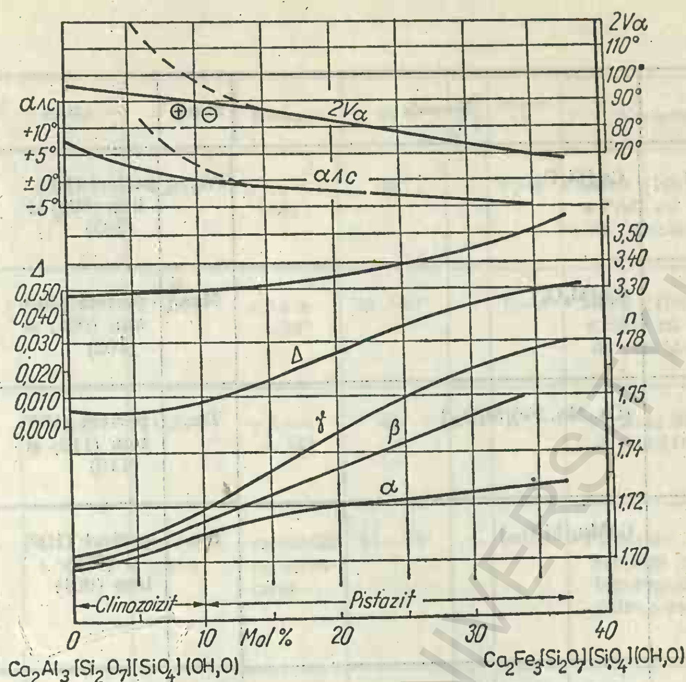


Fig. 317. Variația proprietăților optice în grupa epidotului.

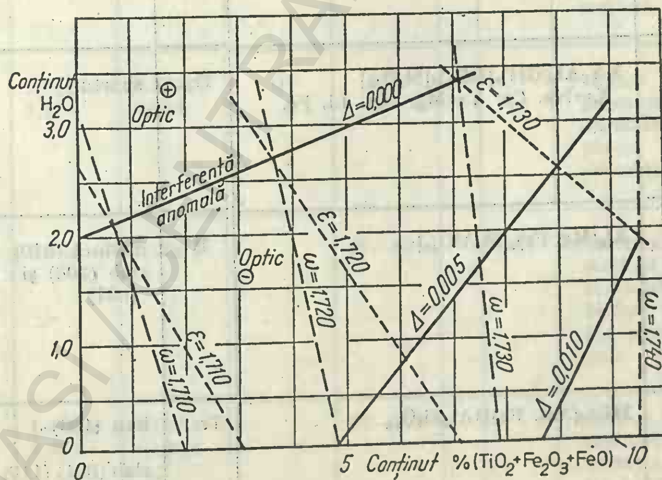


Fig. 318. Variația proprietăților optice la vezuvian.

Mineral	Formula	Sistem	Clivaj	Culoare Pleocroism
Wollastonit	$Ca_3[Si_3O_9]$	Trc.	perfect (100) bun (001) şi ($\bar{1}$02)	incolor
Parawol-lastonit	$Ca_3[Si_3O_9]$	Mon.	perfect (100) bun (001) şi ($\bar{1}$02)	incolor
Bustamit	$(Ca, Mn, Fe)[Si_5O_{15}]$	Trc.	perfect (100) bun (110) şi (110)	roz-pal
Rodonit	$CaMn_4[Si_5O_{15}]$	Trc.	perfect (100) şi (010) bun (001)	incolor sau pleocroic
Dioptaz	$Cu_6[Si_6O_{18}] \cdot 6H_2O$	Trg.	perfect (10$\bar{1}$1)	incolor
Beril	$Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$	Hex.	f. slab (0001)	incolor sau pleocroic
Turmalină	$XY_3Al_6(OH)_4[BO_3]_3[Si_6O_{18}]$ X=Na, Ca; Y=Mg, Mn, Li, Fe.	Trg.	spărturi	variabile pt. diferite varietăţi
Cordierit	$Al_3(Mg, Fe)_2[Si_5AlO_{18}]$	R	distinct (010) slab (100) şi (001)	incolor sau pleocroic, bleu, violet-închis, galben-clar
Axinit	$HCa_2(Mn, Fe)BAl_2Si_4O_{16}$	Trc.	bun (100) slab (001) (110)	incolor, oliv, violet incolor, galben bleu, galben, brun, verde-oliv

proprietăţi optice

Tabelul 307

Refringenţa γ ω	β	α ε	Δ	Extincţie	2V/U	Semn optic	Dispersie	Alte proprietăţi
1,634	1,632	1,620	0,014	α∧c= =31°	39°	—	r>v	Macle (100) ⋆PAO cu axul zonei de maclă=4°
1,631	1,629	1,614	0,017	α∧c= =34°	35—40°	—	r>v	Macle (100) ⋆PAO cu axul zonei de maclă=0°
1,676	1,674	1,662	0,014	γ∧c= =36°	44°	—	r<v	⋆ clivaj 010/100=94° şi 100/110=45°
1,724—1,747	1,715—1,737	1,711—1,733	0,011—0,014	variabilă cu orientarea	61—75°	+	r<v	Pleocroic numai în secţiuni groase; galben-roşcat-clar→ galben-pal
1,697		1,644	0,053	0°	U	+		Anomal biax: 2V=45°
1,568—1,602	—	1,564—1,595	0,004—0,008	0°	U	—		Anomal biax: 2E=100° pleocroic numai în secţiuni groase
1,632—1,698	—	1,613—1,653	0,029—0,040	0°	U	—		Habitus prismatic, pleocroism invers (direcţia alungirii cu planul analizorului: absorbţie maximă)
1,545	1,543	1,538	0,008		40—80°	—	r<v	Pleocroic numai în secţiuni groase sau la varietăţile bogate în fier; macle multiple pseudohexagonale
1,681—1,704	1,677—1,701	1,672—1,693	0,009—0,0193		69—87°			Habitus lamelar, columnar. Zonare cu variaţia 2V. Dispersie puternică

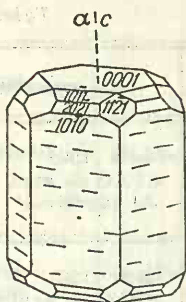


Fig. 319. Beril: orientare optică.

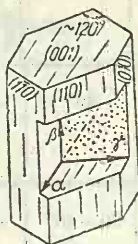


Fig. 320. Cordierit: orientare optică.

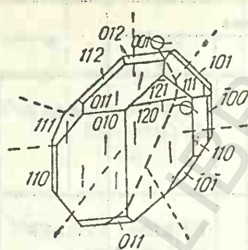


Fig. 321. Axinit: orientare optică.

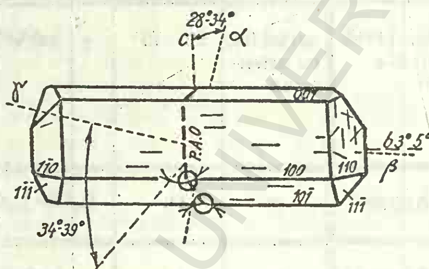


Fig. 322. Wollastonit: orientare optică.

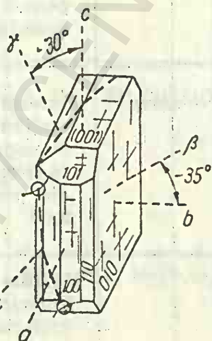


Fig. 223. Bustamit: orientare optică.

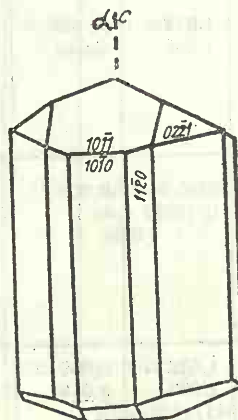


Fig. 324. Turmalină: orientare optică.

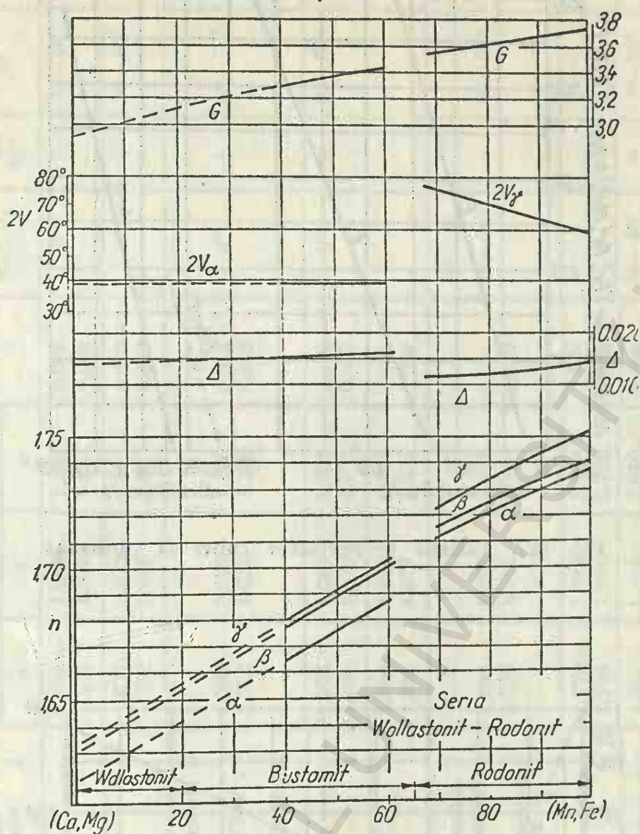


Fig. 325. Variaţia proprietăţilor optice în seria wollastonit-rodonit.

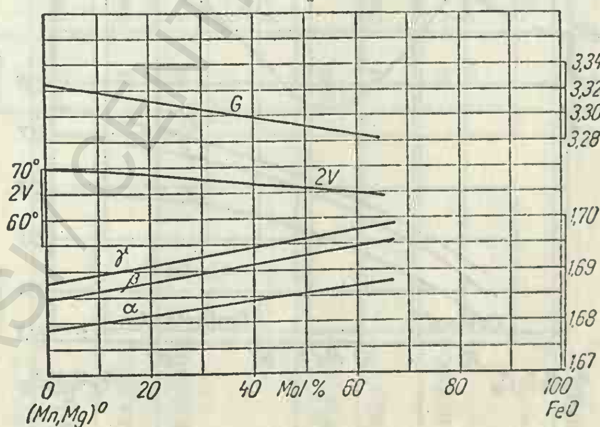


Fig. 326. Variaţia proprietăţilor optice la axinit.

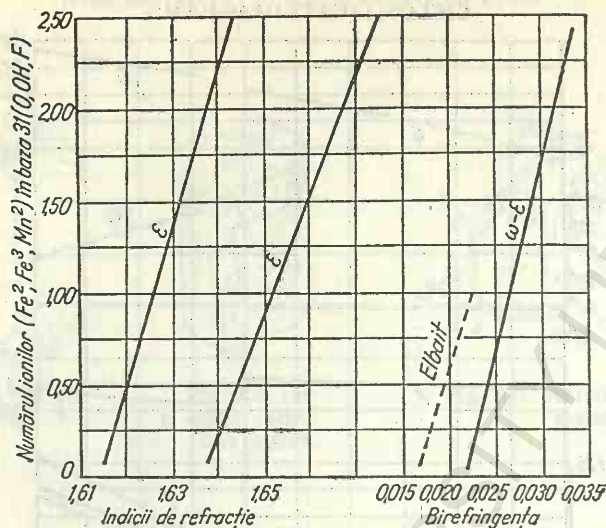


Fig. 327. Variația proprietăților optice la turmalină.

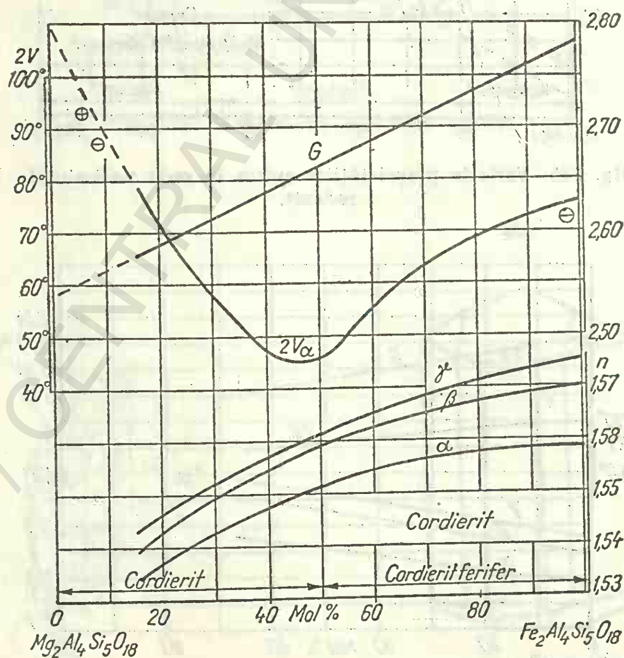


Fig. 328. Variația proprietăților optice la cordierit.

Piroxeni

Tabelul 308

Principalele caractere optice ale piroxenilor

Mineral	Formulă	Sistem	Culoare Pleocroism	Refringenţă γ	Refringenţă β	Refringenţă α	Δ	Extincţie	Alungire	2V	Semn optic
Enstatit	$Mg[SiO_3]$	R	incolor	1,665—1,677	1,659—1,672	1,657—1,667	0,008—0,009	0°	+	55—90°	+
Bronzit	$(Mg, Fe)[SiO_3]$	R	incolor	1,677—1,702	1,672—1,699	1,667—1,690	0,009—0,012	0°	+	70—90°	—
Hipersten	$(Fe, Mg)[SiO_3]$	R	γ — verde-deschis la gri-verzui β — verde-gălbui-galben-pal α — roz, brun-roşcat	1,702—1,727	1,699—1,729	1,690—1,710	0,012—0,016	0°	+	45—70°	—
Ferosilit	$Fe[SiO_3]$	R		1,776—1,788	1,765—1,770	1,755—1,766	0,020—0,022	0°	+	55—90°	
Clinoenstatit	$Mg[SiO_3]$	M	incolor	1,660—1,694	1,653—1,577	1,651—1,675	0,009—0,020				
Clinohipersten	$(Mg, Fe)[SiO_3]$	M	γ — verde-deschis β — galben-verzui-deschis α — brun-roşcat-deschis	1,694—1,770	1,677—1,742	1,675—1,740	0,020—0,030	22—34°	+	25—53°	+
Clinoferosilit	$Fe[SiO_3]$	M		1,770—1,794	1,742—1,764	1,740—1,762	0,030—0,032				
Pigeonit	$(Mg, Fe, Ca)[SiO_3]_2$	M	incolor la verzui sau galben-pal	1,705—1,751	1,684—1,722	1,680—1,730	0,020—0,030	30—40°	+	0—25°	+
Diopsid	$CaMg[SiO_3]_2$	M	incolor	1,695—1,710	1,672—1,727	1,665—1,715	0,028—0,030	38—41°	+	56—59°	+
Salit	$Ca(Mg, Fe)[SiO_3]_2$	M	incolor la verde-pal	1,710—1,745	1,688—1,727	1,680—1,715	0,030	41—45°	—	56—61°	+

Tabelul 308 (continuare)

Mineral	Formulă	Sistem	Culoare Pleocroism	Refringență			Δ	Extincție	Alungire	2V	Semn optic
				γ	β	α					
Ferosalit	$Ca(Fe, Mg)[SiO_3]_2$	—	—	—	—	—					
Hedenbergit	$CaFe[SiO_3]_2$	M	γ — verde-închis, verde-albastru, incolor β — incolor α — verde-albăstrui sau galben-pal, incolor	1,745—1,756	1,727—1,735	1,715—1,727	0,030—0,031	42—45°	—	61—63°	+
Johannsenit	$(Ca, Mn)[SiO_3]_2$	M	incolor	1,74	1,72	1,71	0,028	42°	—	70°	+
Augit	$(Ca, Mg, Fe, Al)[Si, Al, O_3]_2$	M	β — incolor la gălbui sau verzui-pal	1,694—1,772	1,676—1,750	1,670—1,743	0,024—0,029	39—45°	+(—)	40—70°	+
Ti-Augit	Augit-titanifer	M	γ — galben-brun la violaceu β — violaceu, liliachiu α - gălbui-deschis	1,728—1,762	1,700 1,746	1,695—1,741	0,021—0,033	32—45°	+(—)	45—58°	+
Dialag	idem augit	M		1,694—1,772	1,676—1,750	1,670—1,753	0,024—0,029	39—45°	+(—)	40—70°	+
Egirin	$NaFe^{3+}[SiO_3]_2$	M	γ — galben-verzui-deschis β — verde-oliv, verde-bruniu α — verde-închis la bruniu	1,810—1,836	1,796 1,821	1,762—1,776	0,048—0,060	0—8°	—	60—70°	—
Augit-egirinic	p. augit + p. egirin	M	γ — galben-verzui-deschis β — verde-deschis α — verde	1,75—1,81	1,73—1,80	1,72—1,76	0,027—0,048	0—40°	—	70—90°	±
Jadeit	$NaAl[SiO_3]_2$	M	γ — incolor la gălbui β — incolor α — incolor la verzui	1,665—1,675	1,657—1,665	1,654—1,660	0,010—0,016	33—36°	—	68—72°	+
Omfacit	p. augit+p. jadeit	M	β — incolor la verzui-deschis	1,68—1,69	1,67—1,68	1,66—1,67	0,020—0,025	39—43°	+	65—70°	+
Spodumen	$LiAl[SiO_3]_2$	M	β — incolor la violaceu	1,67—1,68	1,66—1,67	1,65—1,66	0,013—0,025	23—27°	+	50—70°	+

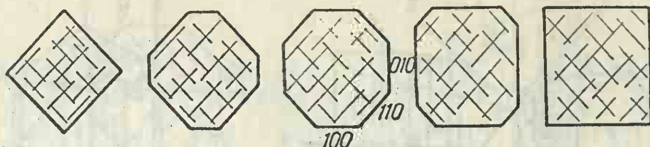


Fig. 329. Secțiuni transversale prin cristale de piroxeni arătînd cele două direcții de clivaj.

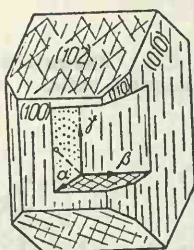


Fig. 330. Piroxeni rombici: caz general.

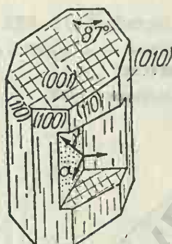


Fig. 331. Piroxeni monoclinici: caz general.

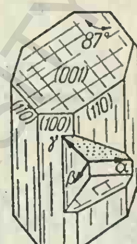


Fig. 332. Pigeonite: caz general.

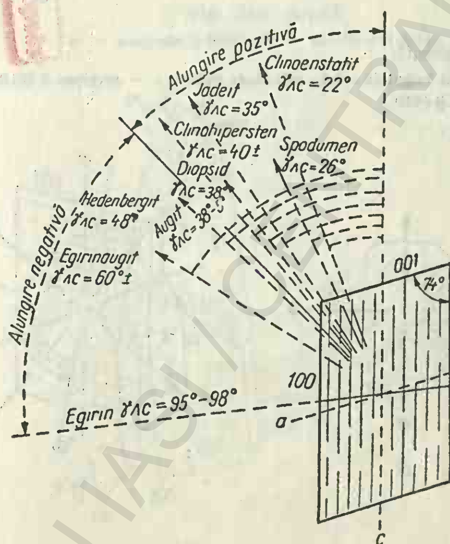


Fig. 333. Variația unghiului de extincție la piroxenii monoclinici.

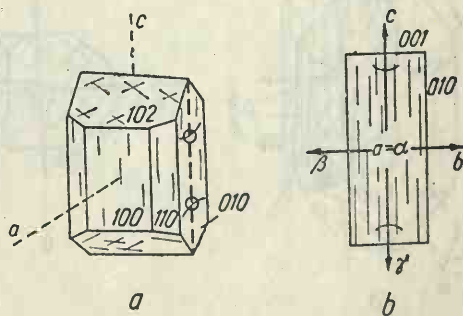


Fig. 334. Enstatit: *a* — orientare optică; *b* — secțiune || (100)

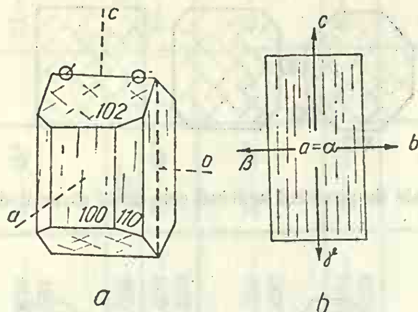


Fig. 335. Hipersten:
a — orientare optică: *b* — secţiune ‖ (100)

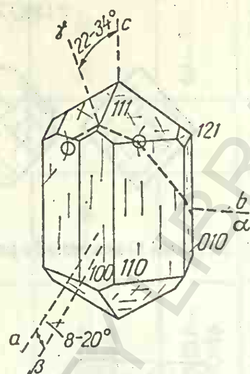
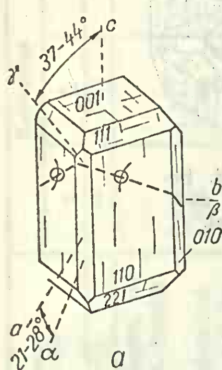
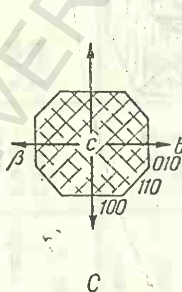


Fig. 336. Clinoenstatit:
orientare optică.





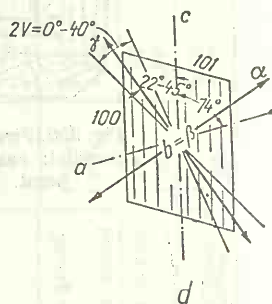
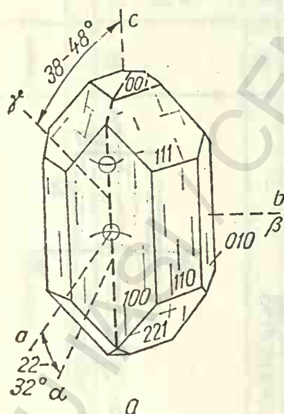
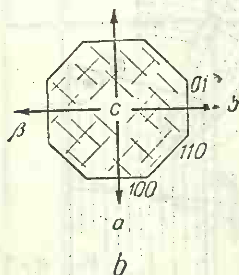


Fig.337. Pigeonit:
a — pigeonit sărac în calciu: orientare optică; *b* — pigeonit bogat în calciu: orientare optică; *c* — secţiune ‖ (010); *d*—secţiune ‖ (010).





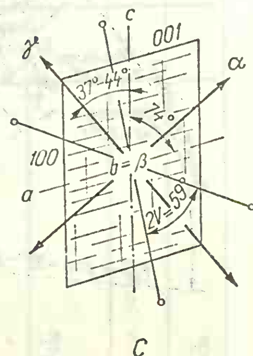


Fig. 338. Diopsid:
a — orientare optică; *b* — secţiune ‖ (001); *c* — secţiune ‖ (010).

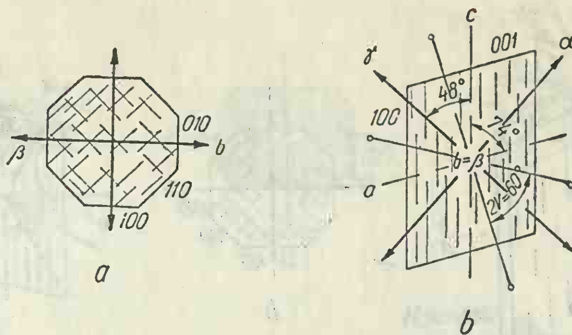


Fig. 339. Hedenbergit:
a — secţiune ‖ (001); *b* — secţiune ‖ (010).

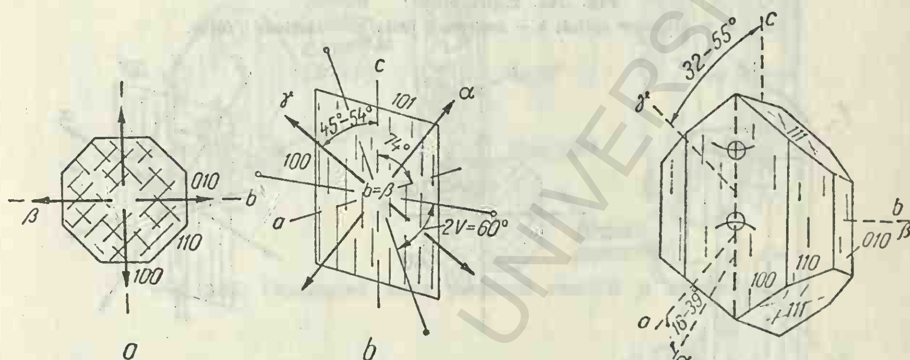


Fig. 340. Augit:
a — secţiune ‖ (001); *b* — secţiune ‖ (010).

Fig. 341. Titanaugit: orientare optică.

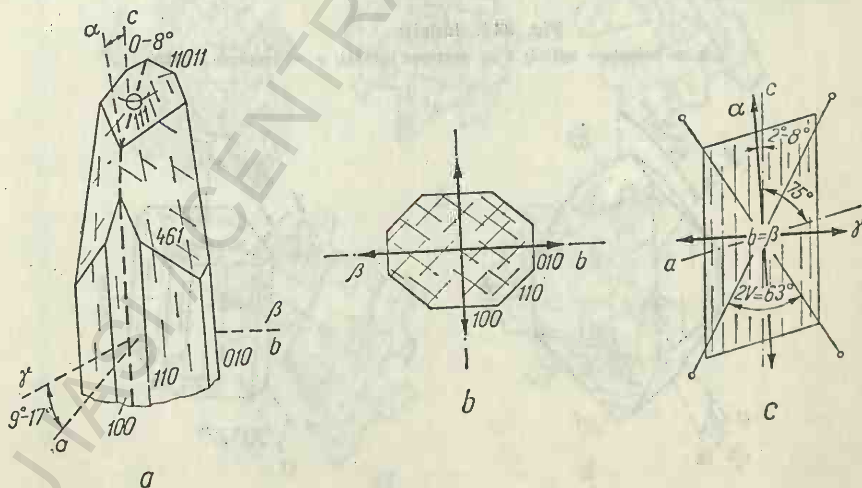


Fig. 342. Egirin:
a — orientare optică; *b* — secţiune ‖ (001); *c* — secţiune ‖ (010).

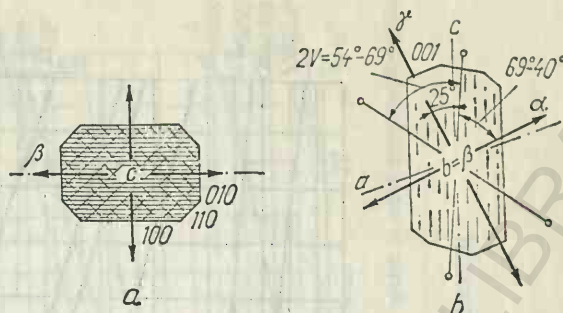
Fig. 343. Egirinaugit:
a — orientare optică; *b* — secțiune || (001); *c* — secțiune || (010).

Fig. 344. Jadeit:
a — orientare optică; *b* — secțiune || (001); *c* — secțiune || (010).

Fig. 345. Fassait: orientare optică.

Fig. 346. Omfacit: orientare optică.

Fig. 347. Spodumen:
a — secţiune || (001);
b — secţiune || (010).



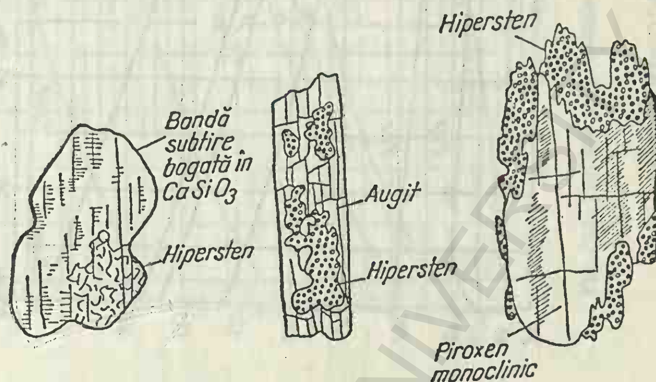


Fig. 348. Concreşteri între piroxenii rombici şi monoclinici.

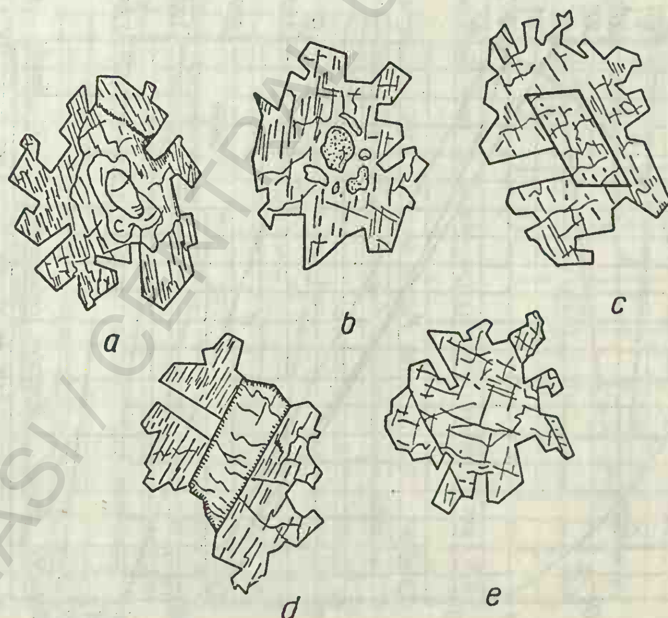


Fig. 349. Relaţii de substituţie la piroxeni:
a — olivină substituită succesiv de pigeonit, hipersten şi augit; *b* şi *c* — hipersten dezvoltat de pigeonit; *d* — augit dezvoltat pe pigeonit; *e* — pigeonit ferifer dezvoltat pe augit.

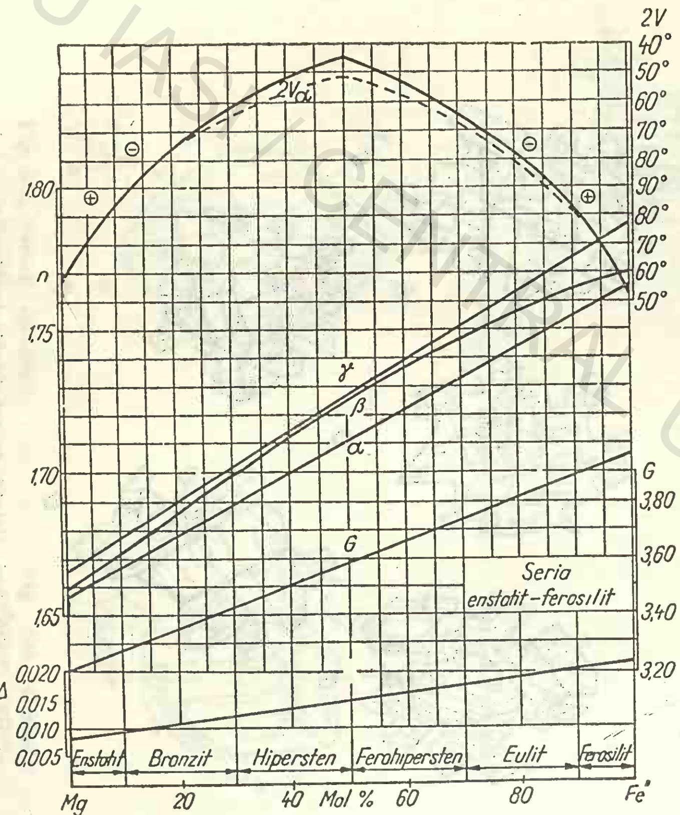


Fig. 350. Variaţia proprietăţilor optice în seria enstatit-ferosilit.

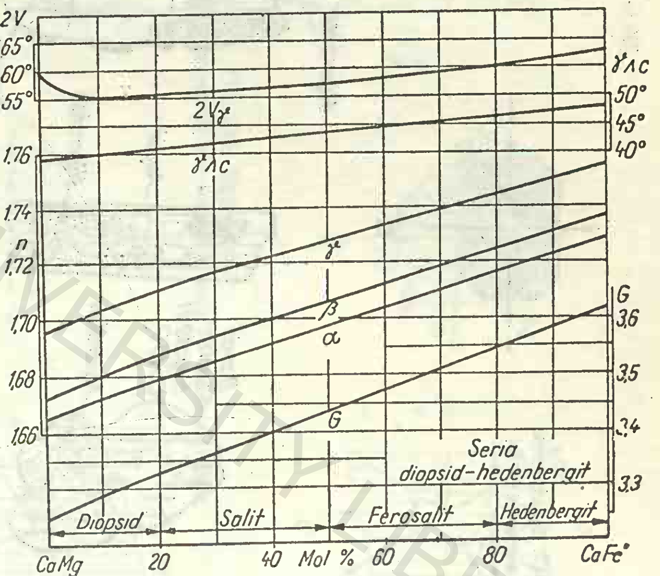


Fig. 351. Variaţia proprietăţilor optice în seria diopsid-hedenbergit.

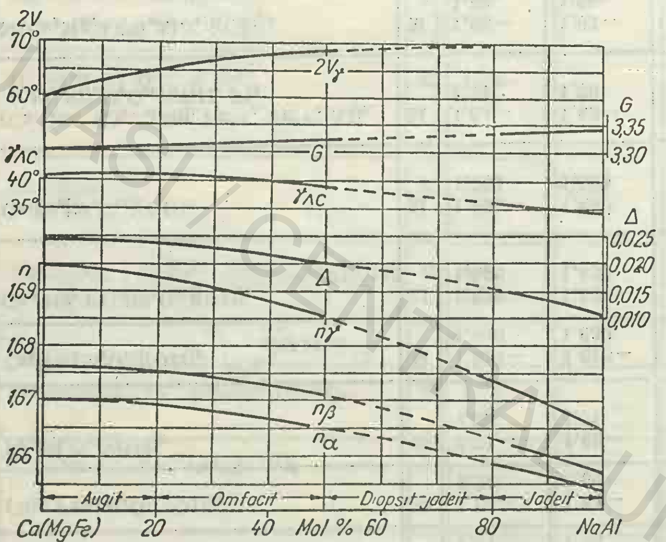


Fig. 354. Variaţia proprietăţilor optice în seria augit-jadeit.

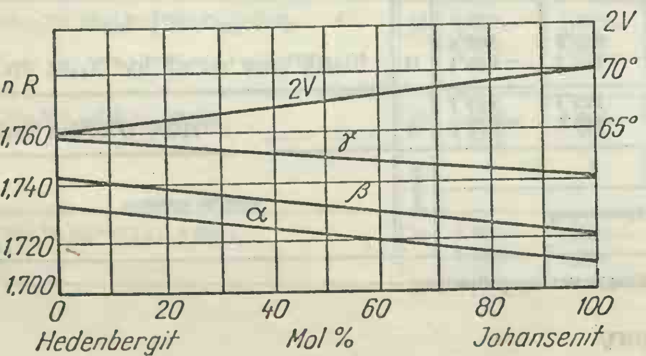


Fig. 352. Variaţia proprietăţilor optice în seria hedenbergit-johansenit.

Fig. 353. Variaţia proprietăţilor optice în seria egirinaugit-egirin.

Amfiboli

Principalele caractere optice ale amfibolilor

Tabelul 309

Denumirea mineralului	Formula chimică	Sistem	Refringență			Culoare — Pleocroism			Δ	Unghi de max. extincție	Alungire	2V	Semn optic
			γ	β	α	γ	β	α					
Antofilit	$(Mg, Fe)_7(Si_4O_{11})(OH)_2$	R	1,623—1,664	1,616—1,651	1,598—1,647	incolor	incolor	incolor	0,017—0,026	0°	+	55—122°	±
Gedrit	$(Mg, Fe^{2+})_{0-5}Al_{1-2}[Si_3(Si, Al)O_{11}](OH)_2$	R	1,658—1,691	1,651—1,676	1,642—1,669	incolor, brun-galben, cenușiu	—	incolor	0,016—0,022	0°	+	80—110°	±
Kupfferit	$Mg_7[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,63—1,64	1,62—1,63	1,60—1,61	incolor	incolor	incolor	0,030	11—17°	+	80—90°	—
Cummingtonit	$(Mg, Fe)_7[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,66—1,71	1,64—1,69	1,63—1,67	incolor la verzui	incolor	incolor	0,028—0,038	13—20°	+	90—100°	+
Grünerit	$Fe_7[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,71—1,73	1,69—1,71	1,67—1,69	verzui, galben-brun-deschis	brun foarte deschis	galben-pal la incolor	0,038—0,043	10—13°	+	80—90°	—
Tremolit	$Ca_2Mg_5[Si_4O_{11}](OH)_2$ +6 ⇒ greşit	M	1,624—1,640	1,613—1,630	1,600—1,620	incolor	incolor	incolor	0,023—0,024	16—20°	+	85°	—
Actinot	$Ca_2(Mg, Fe)_5[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,640—1,690	1,630—1,680	1,620—1,670	albastru, verde-deschis	verde-deschis	verde, galben-pal, incolor	0,018—0,023	12—16°	+	75—85°	—
Feroactinot	$Ca_2Fe_5[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,690—1,704	1,680—1,699	1,670—1,688	verde, albastru	verde-deschis	verde, galben-pal incolor	0,016—0,018	11—12°	+	74—75°	—
Hornblendă verde (comună)	$(Ca, Na, K)_{2-3}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_5 [(Al, Si)_2Si_6O_{22})](OH, F)_2$	M	1,64—1,71	1,63—1,70	1,63—1,68	verde, verde-bruniu, verde-albăstrui	verde	verde, galben-deschis	0,014—0,026	15—27°	+	63—87°	—
Pargasit	$NaCa_2Mg_4Al[Si_3AlO_{11}](OH)_2$	M	1,63—1,66	1,62—1,65	1,61—1,64	incolor, verde-albastru	—	incolor, verde-gălbui-deschis	0,019—0,025	25—27°	+	115—130°	+

Edenit	$NaCa_2Mg_5[Si_3AlO_{11}](OH)_2$	M	1,64—	1,63	1,62	—	—	—	0,020— 0,025	25— 27°	+	120— 130°	+
Tschermakit	$Ca_2Mg_3Al_2[Si_3AlO_{11}](OH)_2$	M	1,70	1,69	1,68	—	—	—	0,020	20— 22°	+	61— 63°	—
Hornblendă brună (bazaltică)	H verde cu O^{2-} și Fe^{3+}	M	1,70— 1,75		1,66— 1,70	brun-închis	brun	brun-galben-deschis	0,030— 0,050 (0,075)	0— 10°	+	60— 80°	—
Hornblendă titaniferă	id. + titan	M	1,70	1,69	1,67— 1,68	—	—	—	0,020— 0,035	5— 10°	+	79— 83°	—
Barkevikit	$NaCa_2(Mg, Fe)_4(Fe^{3+}, Al)[Si_3AlO_{11}](OH)_2$	M	1,69— 1,71		1,67— 1,69	brun-roșcat-închis	brun-roșcat portocaliu	galben-brun-deschis	0,020	18— 27°	+	40— 53°	—
Hastingsit	$NaCa_2Fe_4(Al, Fe^{3+})[Si_3AlO_{11}](OH)_2$	M	1,71— 1,72		1,69— 1,70	verde-închis	verde-oliv	brun-galben-deschis	0,020 0,022	15— 18°	+	24— 40°	—
Glaucofan	$Na_2(Mg, Fe)_3Al_2[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,63— 1,65		1,61— 1,63	albastru la violaceu	albastru lavandă	incolor, galben-pal	0,017— 0,021	5— 7°	+	0— 60°	—
Crossit	$Na_2(Mg, Fe)_3(Al, Fe^{3+})_2[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,65— 1,67		1,63— 1,65	—	—	—	0,013— 0,017	3— 5°	±	0— 40°	—
Riebeckit	$Na_2(Fe, Mg)_3Fe_2^{3+}[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,689— 1,699	1,687— 1,697	1,687— 1,695	galben-verzui	albastru-deschis	albastru-închis la opac	0,004	0— 8°	—	80— 90°	—
Eckermanit	$Na_3Mg_4Al[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,630— 1,654	1,625— 1,652	1,612— 1,638	verde, galben-pal	verde, albastru-deschis	albastru, verde-închis	0,013— 0,016	20— 45°	+	0— 80°	—
Arfvedsonit	$Na_3Fe_4Fe^{3+}[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,680— 1,710	1,679— 1,709	1,674— 1,700	cenușiu-verzui	galben-bruniu	—	0,005— 0,012	0°— 30°	—	50— 100°	+

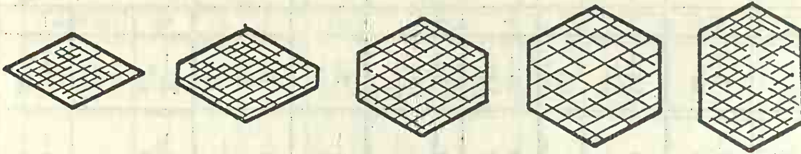


Fig. 355. Secţiuni transversale prin cristale de amfiboli arătînd două direcţii de clivaj.

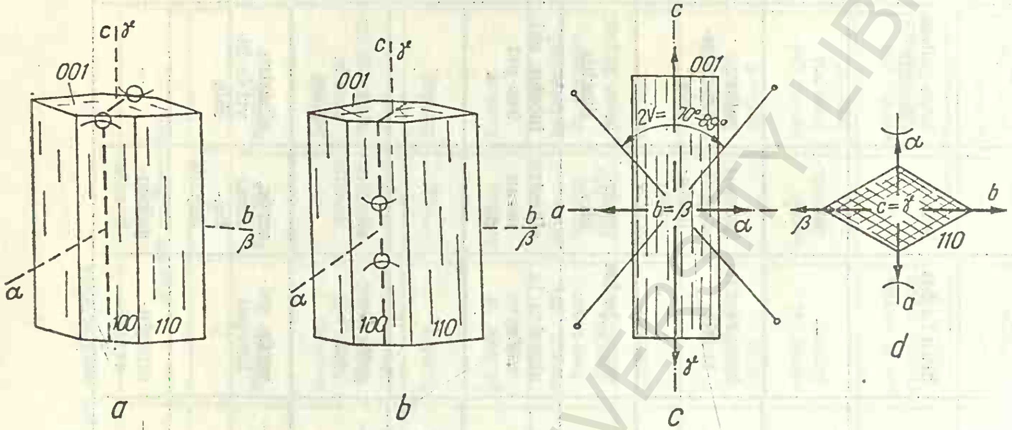


Fig. 356. Antofilit:

a — antofilit bogat în Fe; orientare optică; *b* — antofilit bogat în Mg: orientare optică; *c* — secţiune ∥ (010); *d* — secţiune ∥ (010).

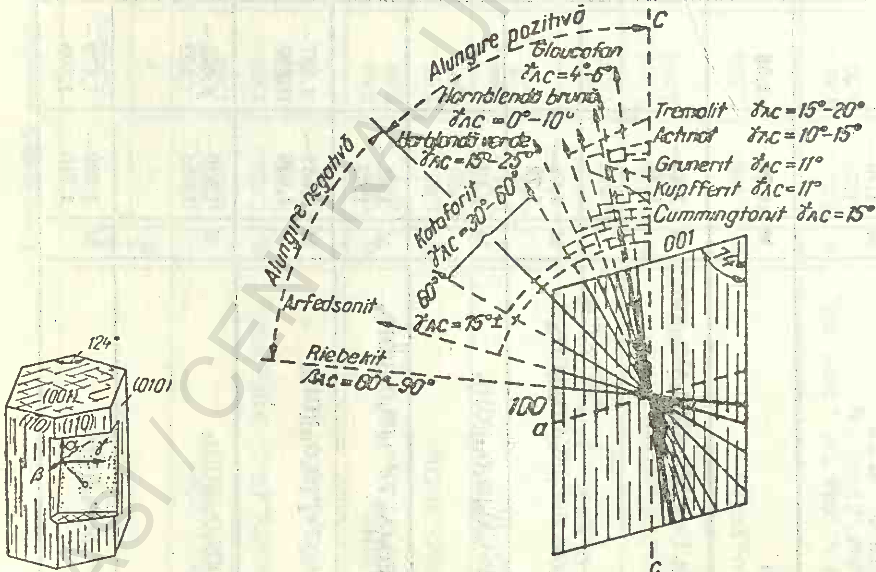


Fig. 357. Amfiboli monoclinici: orientare optică; caz general.

Fig. 358. Variaţia unghiului de extincţie la amfibolii monoclinici.

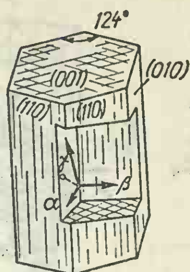


Fig. 359. Arfvedsonit: orientare optică.

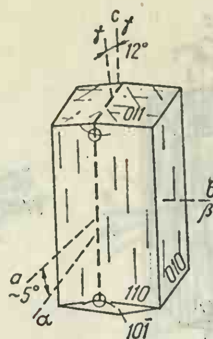
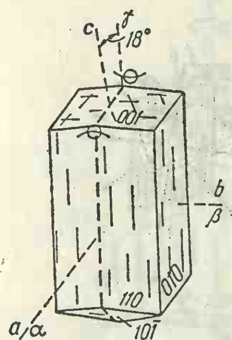
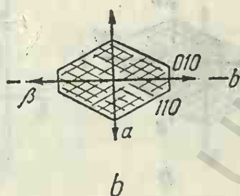


Fig. 360. Kupfferit: orientare optică.





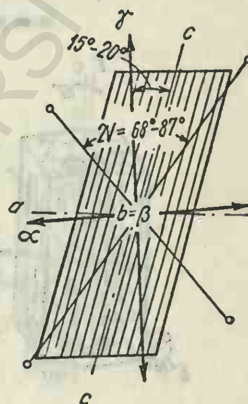
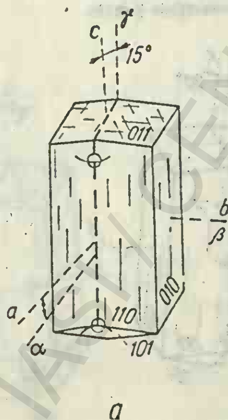
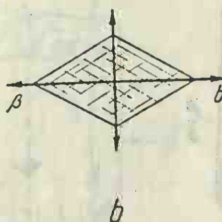


Fig. 361. Cumingtonit:
a — orientare optică; *b* — secțiune ⊥ (001); *c* — secțiune ∥ (010).





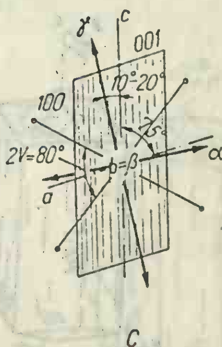


Fig. 362. Actinot:
a — orientare optică; *b* — secțiune ⊥ (001); *c* — secțiune ∥ (010).

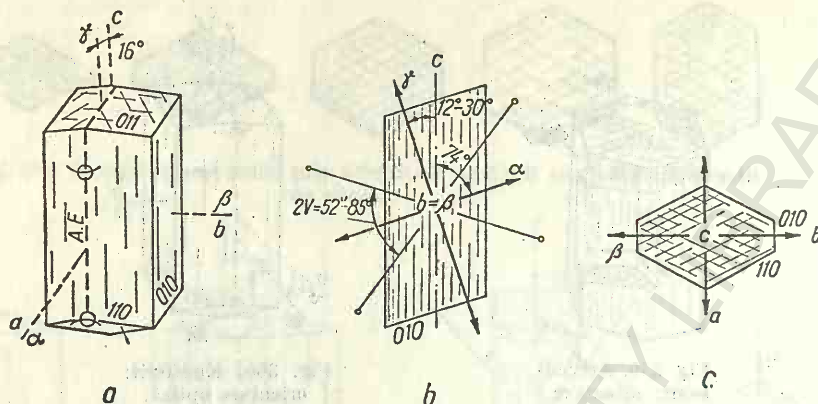


Fig. 363. Hornblendă verde (comună):
a — orientare optică; *b* — secţiune ‖ (010); *c* — secţiune ⊥ (001).

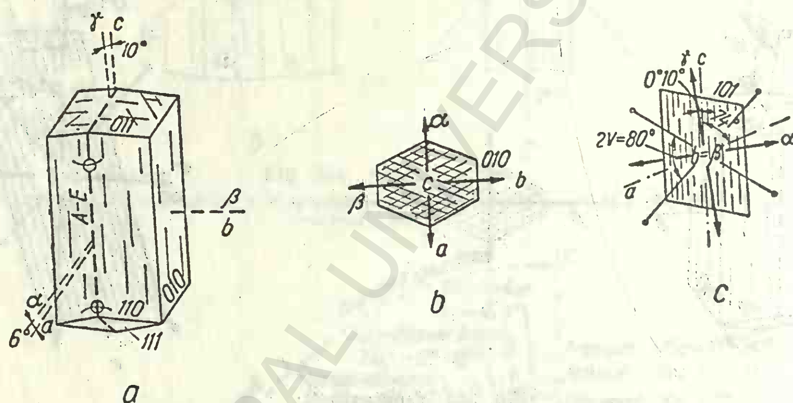


Fig. 364. Hornblendă brună (bazaltică):
a — orientare optică; *b* — secţiune ⊥ (001); *c* — secţiune ‖ (010).

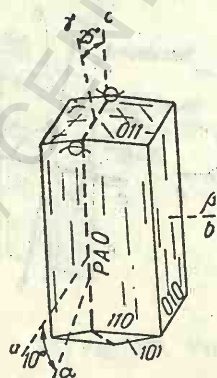


Fig. 365. Pargasit: orientare optică.

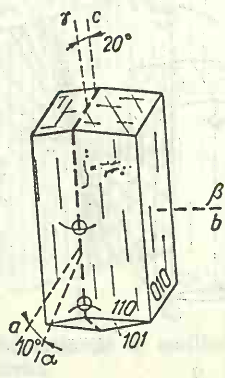


Fig. 366. Barkevicit-hastingsit: orientare optică.

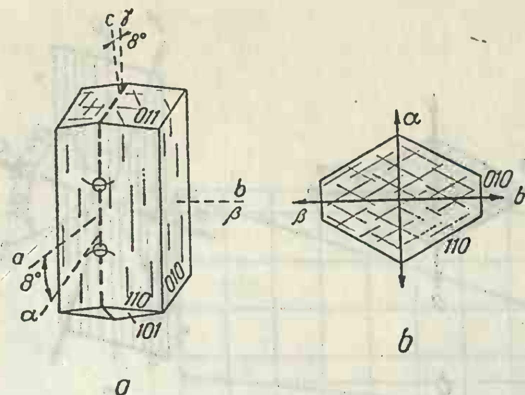


Fig. 367. Glaucofan:
a — orientare optică; *b* — secțiune ⊥ (001); *c* — secțiune || (010).

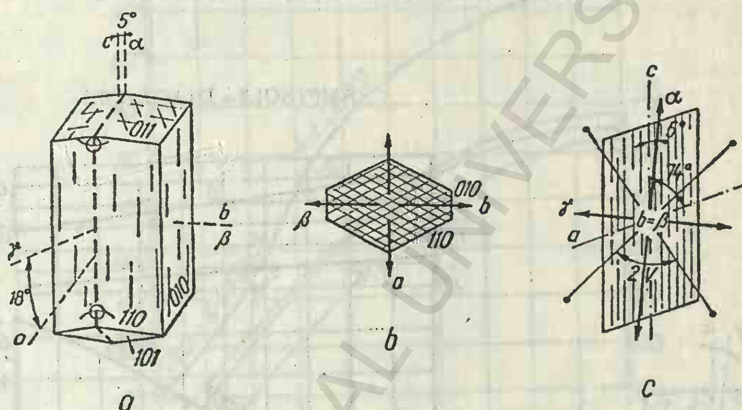


Fig. 369. Riebeckit:
a — orientare optică; *b* — secțiune ⊥ (001); *c* — secțiune || (010).

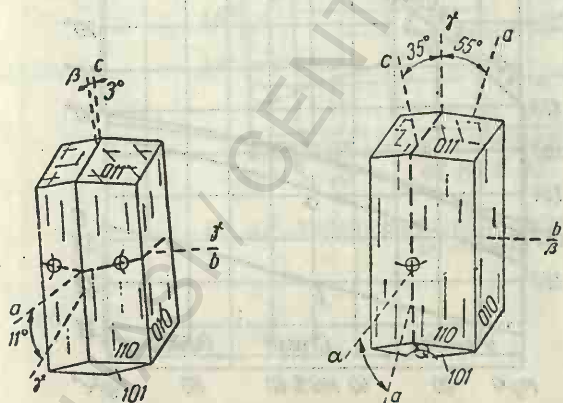


Fig. 368. Crossit: orientare optică.

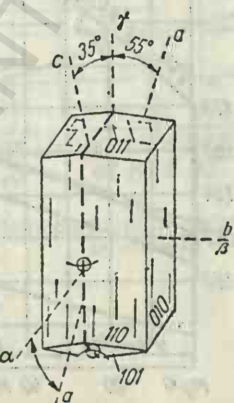


Fig. 370. Eckermanit: orientare optică.

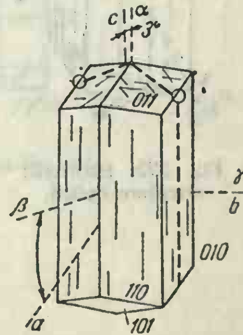
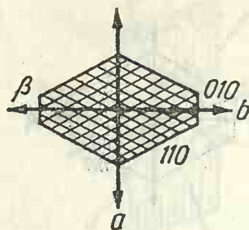


Fig. 371. Osannit: orientare optică.





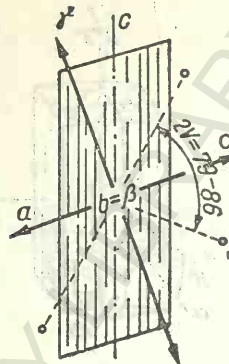


Fig. 373. Grünerit:
a — orientare optică; *b* — secțiune ⊥ (001); *c* — secțiune ‖ (001).

AMFIBOLI—DIAGRAME

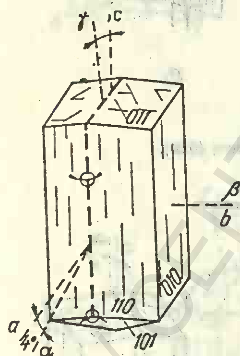


Fig. 372. Richterit: orientare optică.

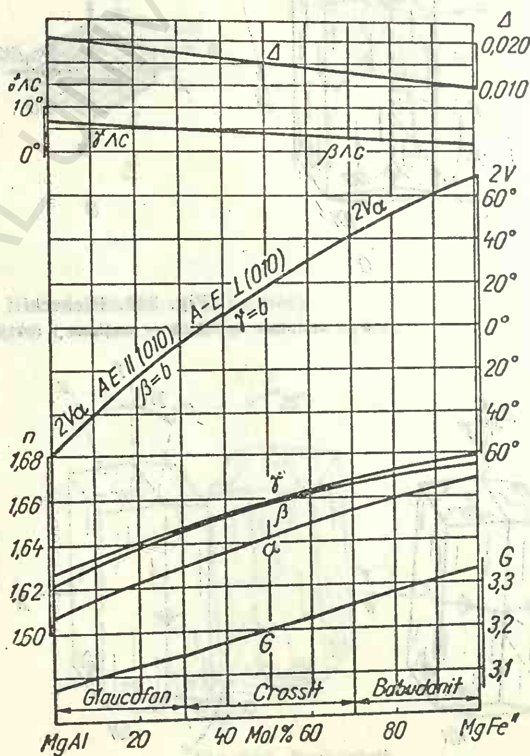


Fig. 374. Variația proprietăților optice în seria glaucofan-babudanit.

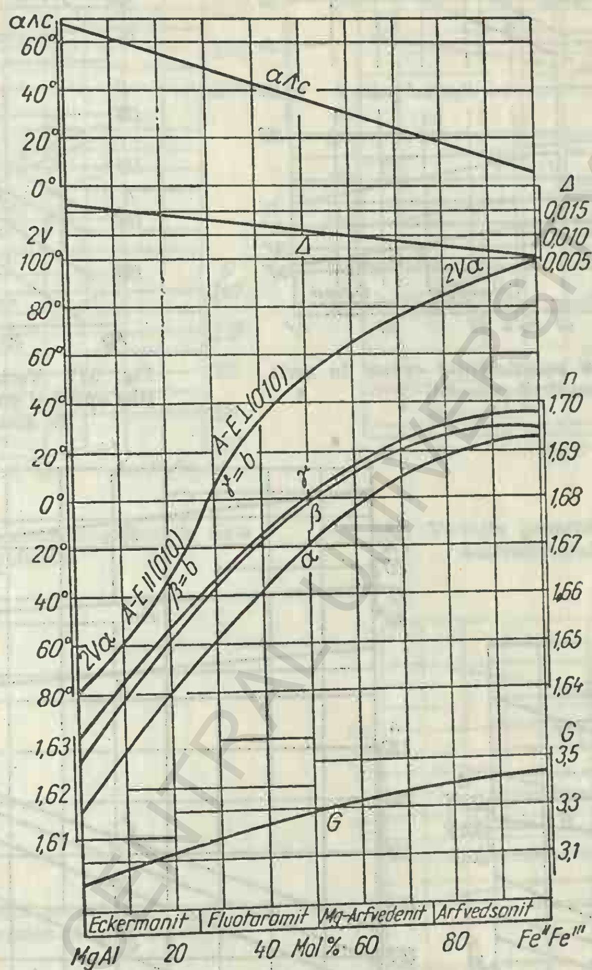


Fig. 375. Variaţia proprietăţilor optice în seria eckermanit-arfvedsonit.

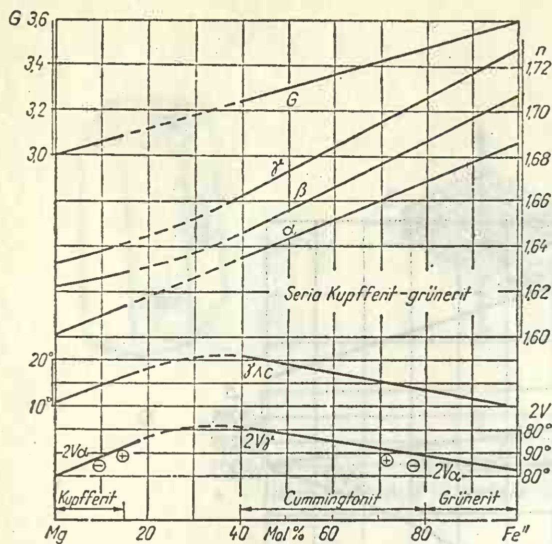


Fig. 376. Variaţia proprietăţilor optice în seria kupfferit-grünerit.

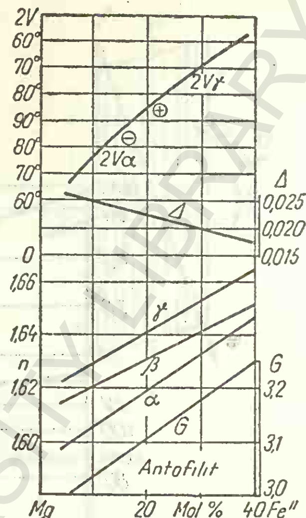


Fig. 377. Variaţia proprietăţilor optice şi greutăţii specifice la antofilit.

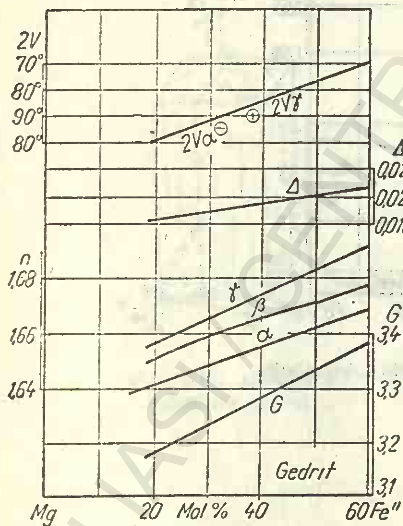


Fig. 378. Variaţia proprietăţilor optice la gedrit.

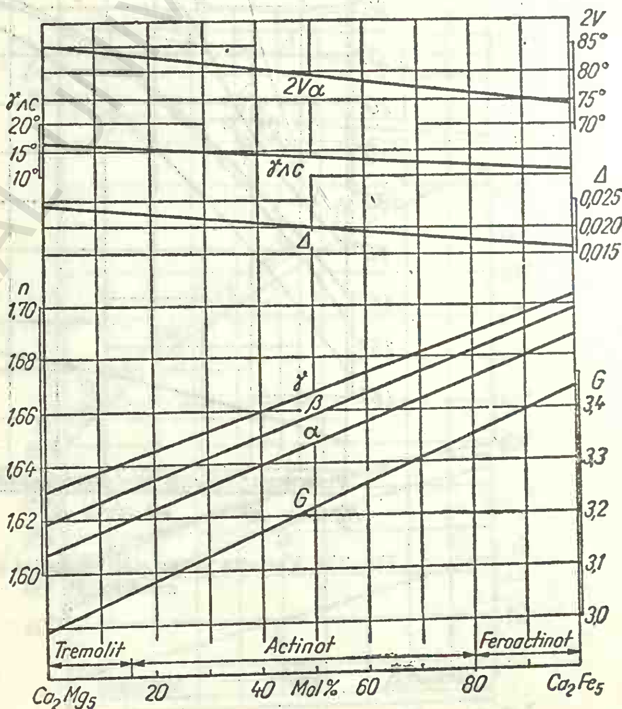


Fig. 379. Variaţia proprietăţilor optice în seria tremolit-feroactinot.

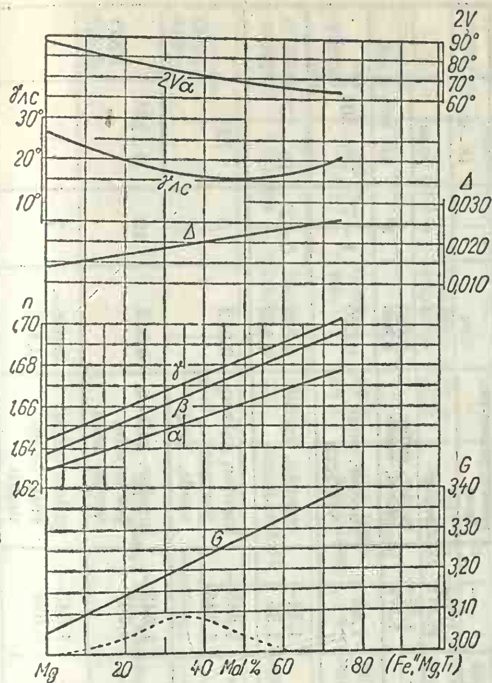


Fig. 380. Variaţia proprietăţilor optice în seria hornblendei.

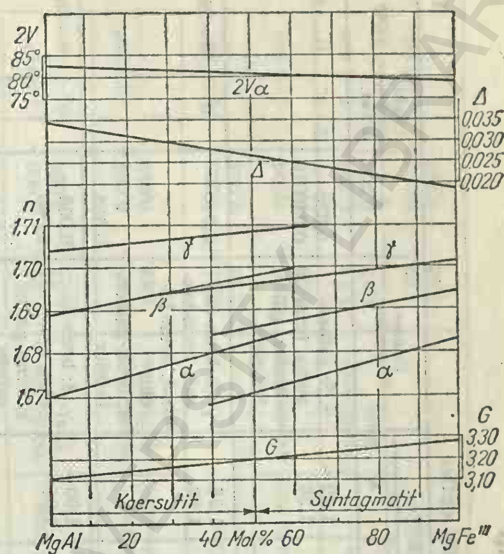


Fig. 381. Variaţia proprietăţilor optice în seria kaersutit-syntagmatit.

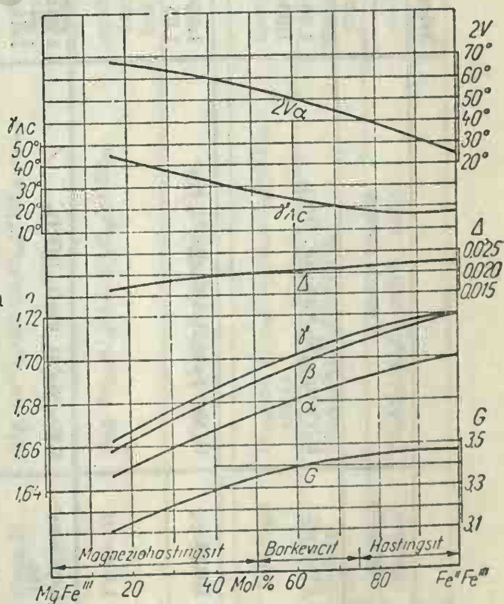


Fig. 382. Variaţia proprietăţilor optice în seria magneziohastingsit-hastingsit.

Filosilicaţi

Mice — Proprietăţi optice

Tabelul 310

Denumire	Formula chimică	Refringență γ	β	α	Culoare Pleocroism	Δ	Unghi maxim. de ext.	2V/U	Observații
Flogopit	$K(FeMg)_3[Si_3AlO_{10}](F, OH)_2$	1,56—1,60	≈γ	1,52—1,56	γ, β: galben-auriu, brun; α: incolor, gălbui-pal	0,030—0,040	2—4°	0—15°	
Biotit	$K(Mg, Fe)_3[Si_3AlO_{10}](OH, F)_2$	1,60—1,65	—	1,56—1,60	γ, β: brun-roşcat, brun-verzui, brun-închis α: brun-galben, incolor	0,040—0,055	0°	0—25°	
Lepidomelan	$KFe_3[Si_3(Al, Fe)O_{10}](OH)_2$	1,65—1,67	—	1,60—1,61	γ, β: brun-închis, opac α: brun-gălbui, galben	0,055—0,060	0°	0—35°	
Muscovit	$KAl_2[Si_3AlO_{10}](OH, F)_2$	1,588	1,582	1,552	incolor	0,035	0—2°	30—50°	
Fengit	$K_2(Mg, Fe)Al_3[Si_3AlO_{10}](OH)_2$	—	1,59—1,61	—	incolor, galben-pal, brun	0,04		15—25°	
Paragonit	$NaAl_2[Si_3AlO_{10}](OH)_2$	1,600—1,609	1,599—1,605	1,564—1,577	incolor	0,028—0,038	0°	40°	
Fuchsit	Muscovit+crom	1,595—1,562	1,595—1,604	1,559—1,572	incolor, verde-gălbui, verde	0,036—0,043	0°	54—60°	
Lepidolit	$KLi_{1,5}Al_{1,5}[Si_3AlO_{10}](F, OH)_2$	1,55	~γ	1,53	incolor, roz-violaceu	0,020	1—7°	20—50°	
Zinnwaldit	$KLiFeAl[Si_3AlO_{10}](F, OH)_2$	1,57—1,59		1,54—1,56	cenuşiu, verzui, violaceu	0,030—0,032	0—2°	10—37°	
Clintonit	$Ca_2(Mg_{4,6}Al_{1,4})[Si_{2,5}Al_{5,5}O_{20}](OH)_4$	1,655—1,663	1,655—1,662	1,643—1,648	incolor, galben, portocaliu, verde, brun	0,012	5	32°	PAO ⊥010
Xantofilit	$Ca_2(Mg_{4,6}Al_{1,4})[Si_{2,5}Al_{5,5}O_{20}](OH)_4$	1,655 1,663	1,655 1,662	1,643—1,648	incolor, galben, portocaliu, verde, brun	0,012	10	0—23°	PAO ∥010
Stilpnomelan	$(K, Na, Ca)_{0-1,4}(Fe^3Fe^2Mg, Al, Mn)_{5,9-8,2}$ $[Si_8O_{20}](OH)_4$ $(O, OH, H_2O)_{3,6-8,5}$	1,576—1,745	1,576—1,745	1,543—1,634	galben-auriu, roşu-brun-negru	0,030—0,110	7	0°	

Tabelul 311

Principalele proprietăți optice ale cloritelor

Mineral	Formula	Culoare — Pleocroism α	β	γ	Refringența β	Δ	2V	Alte proprietăți comune
Pennin	$Mg_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$	verde-deschis	verde	verde	1,57—1,59	0,000—0,004	mic (±)	Habitus lamelar sau prismatic Clivaj perfect ‖ (001) Extincție dreaptă Birefringență anomală: maro și violet
Clinoclor	$(Mg, Fe)_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$	verde-deschis	verde-deschis	verde-deschis, gălbui	1,57—1,59	0,004—0,010	(+)0—40°	
Corundofilit	$(Mg, Fe)_{10}Al_2[(Al,Si)_8O_{20}](OH)_{16}$	verde, albastru-închis	verde, albastru-închis	verde-cafeniu-deschis	1,57—1,61	0,004—0,010	(+) 30°	
Amesit	$Fe_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$	verde-albăstrui			1,58—1,61	0,010—0,025	mic (+)	
Delessit	$(Mg, Fe^{2+})_4Al[AlSi_3O_{10}](OH)_6 \cdot nH_{20}$	verde-deschis sau galben	verde sau roz	verde sau roz	1,59—1,61	0,000—0,004	(−) 0°	
Proclorit	$(Mg, Fe)_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$	verde sau verde-gălbui	verde sau verde-gălbui	incolor sau galben-cafeniu	1,59—1,62	0,004—0,010	(+) 20°	
Ripidolit	$Mg_{5,1}Al_1[(Al_{1,4}Si_{2,6})]O_{10}(OH)_8$	verde, rareori cafeniu			1,61—1,63	0,000—0,004	(+) 0°	
Thuringit	$Fe_{3,5}(Al, Fe)_{1,5}[Al_{1,5}Si_{2,5}O_{10}](OH)_{16} \cdot 4H_2O$	aproape incolor	verde-închis	verde-închis	1,65—1,68	0,004—0,010	(−) mic	
Dafnit	$Fe_2Al_2[Al_2Si_2O_{10}](OH)_8$	galben-deschis	verde	verde-măsliniu	1,65—1,67	0,000—0,004	(−) mic	
Chamosit	$Fe_4Al[AlSi_3O_{10}](OH)_6 \cdot nH_2O$	verde, cafeniu, incolor			1,62—1,66	0,004—0,010	(−) mic	

Tabelul 312

Principalele proprietăţi optice ale serpentinelor

Denumirea mineralului	Compoziţia chimică	Sistem	Clivaj	Culoare, pleocroism		Refringenţă			Δ	2V	Semn optic
				γ	α	γ	β	α			
Antigorit	$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$	M(H)	bun (001)	incolor la verde-pal	incolor		1,55—1,58		0,004—0,009	25—60°	—
Jenkinsit	$(Mg, Fe)_6[Si_4O_{10}](OH)_8$	—	bun (001)	verzui	galben verzui		1,57—1,61		0,005—0,010—	mic	—
Nepouit	Antigorit+Ni	—	bun (001)	verde-gălbui la verde-oliv	incolor la verde-pal	1,57—1,64		1,55—1,62	0,018—0,022	0—12°	—
Greenalit	$(Fe^{2+}, Fe^{3+})[Si_4O_{10}]$	—	—	verde, galben, brun			1,65—1,69			izotrop	
Crisotil α	$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$	M(R)	bun (110)	incolor		1,545—1,567		1,532—1,558	0,007—0,013	30—35°	—
Crisotil γ	$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$	—	bun (110)	incolor		—	—	—	—	10—80°	+
Garnierit	$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$+Ni	—	—	gălbui la verde-închis		1,57—1,62		1,57—1,62	0,008—0,010	0—10°	+
Serpophit	$2\,SiO_2 \cdot 3\,MgO \cdot 2\,H_2O$	amorf	—	incolor la verde-pal			n=1,50—1,57		—	—	
Sepiolit	$Mg_4[Si_6O_{15}](OH)_2 \cdot 6\,H_2O$	M	—	incolor la gălbui	incolor	1,525—1,529	—	1,506—1,520	0,009—0,020	0—60°	—

Tabelul 313

Principalele proprietăţi optice ale smectitelor

Denumirea mineralului	Sistem	Compoziţia chimică	Refringenţă α	Refringenţă γ	Δ	2V	Semn optic
Montmorillonit	M	$(1/2\ Ca, Na)_{0,7}(Al_{3,3}Mg_{0,7})(Al, Si)_8O_{20}(OH)_4 \cdot n\ H_2O$	1,492—1,494	1,513—1,525	0,021—0,031	mic	
Beidelit	M	$(1/2\ Ca, Na)_{0,7}Al_4(Al, Si)_8O_{20}(OH)_4 \cdot n\ H_2O$	1,480—1,570	1,500—1,600	0,02—0,03	0°—30°	—
Nontronit	M	$(1/2\ Ca, Na)_{0,7}Fe^{3+}_4(Al, Si)_8O_{20}$	1,560—1,610	1,570—1,640	0,03—0,045	25°—70°	—
Saponit	M	$Na_{0,33}Mg_3(Al, Si)_8O_{20}(OH)_4 \cdot n\ H_2O$	1,48 —1,53	1,500—1,590	0,01—0,036	mediu	—
Hectorit	M	$Na_{0,33}(Mg, Li)_3(Al, Si)_8O_{20}(OH, F)_2 \cdot (H_2O)_4$	1,49	1,52	0,03	mic	—
Sauconit	M	$Na_{0,33}(Mg, Zn)_3(Al, Si)_8O_{20}(OH)_4 \cdot n\ H_2O$	1,55 —1,58	1,590—1,620	0,03—0,04	mic	

Tabelul 314

Principalele proprietăţi optice ale illitelor şi vermiculitelor

Denumirea mineralului	Compoziţia chimică	Sistem	Refringenţă α	Refringenţă β	Refringenţă γ	Δ	2V	Semn optic
Ilit	$K_{1-1,5} \cdot Al_4(Al_{1-1,5}Si_{7-6,5})O_{20}(OH)_4$	M	1,54 —1,57	1,57 —1,61	1,57 —1,61	0,03	10°	—
Vermiculit	$(Mg, Ca)_{0,7}(Mg, Fe^{3+}, Al)_{6,0}(Al, Si)_8O_{20}(OH)_4 \cdot 8\ H_2O$	M	1,525—1,564	1,545—1,583	1,545—1,583	0,02—0,03	0—8°	—

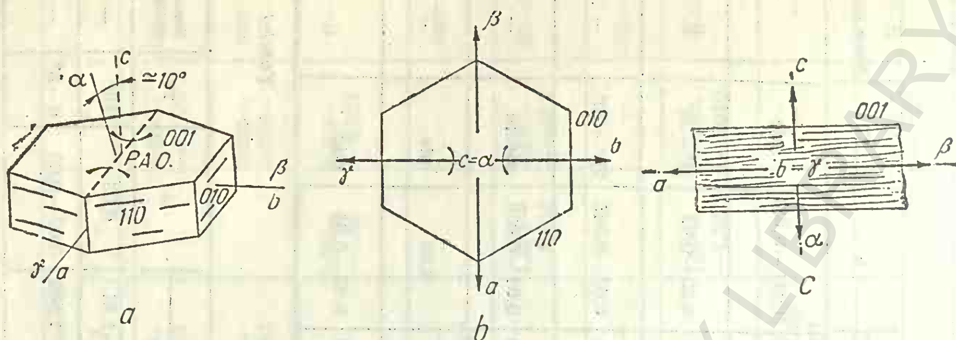


Fig. 383. Talc:
a — orientare optică; *b* — secţiune || (001); *c* — secţiune || (010).

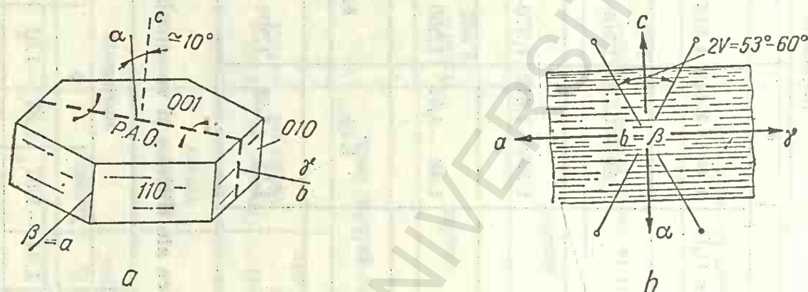


Fig. 384. Pirofilit:
a — orientare optică; *b* — secţiune || (010).

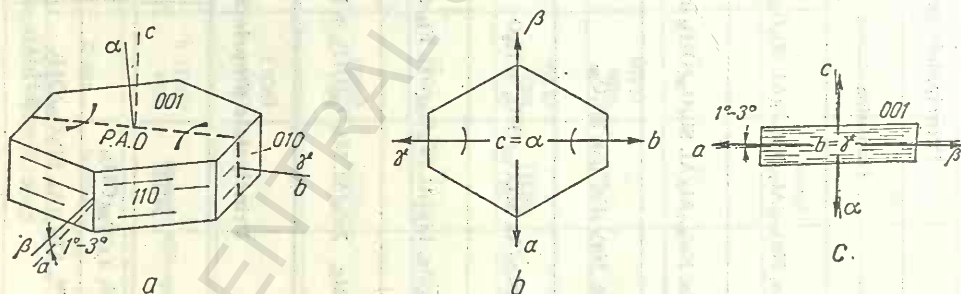


Fig. 385. Muscovit:
a — orientare optică; *b* — secţiune || (001); *c* — secţiune || (010).

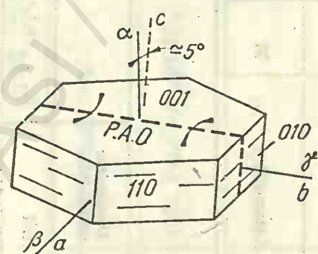


Fig. 386. Paragonit: orientare optică.

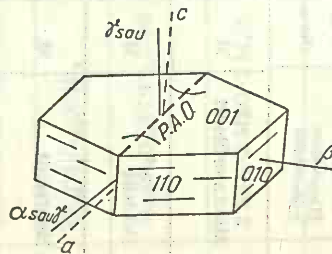


Fig. 387. Zinnwaldit: orientare optică.

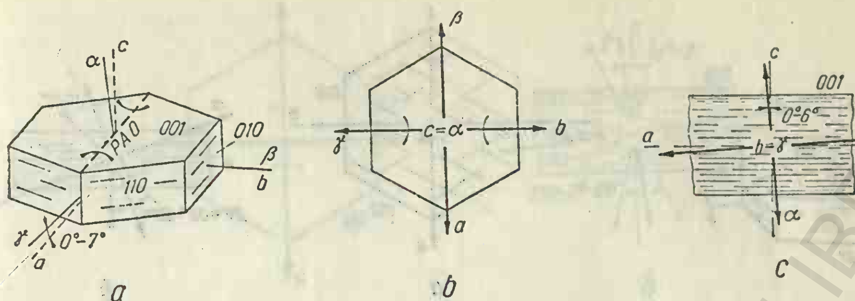


Fig. 388. Lepidolit:
a — orientare optică; *b* — secţiune ‖ (001); *c* — secţiune ‖ (010).

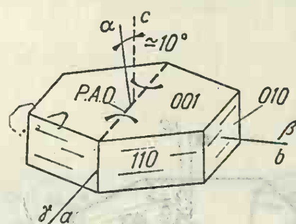


Fig. 389. Glauconit: orientare optică.

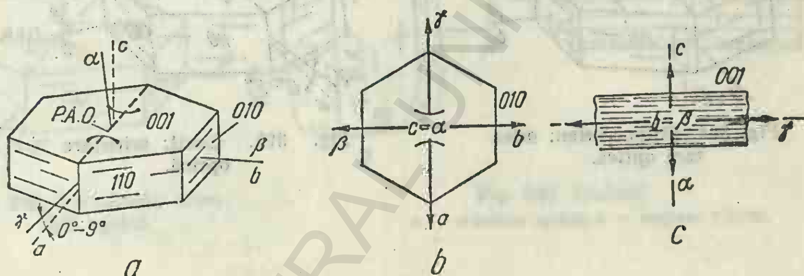


Fig. 390. Biotit:
a — orientare optică; *b* — secţiune ‖ (001); *c* — secţiune ‖ (010).

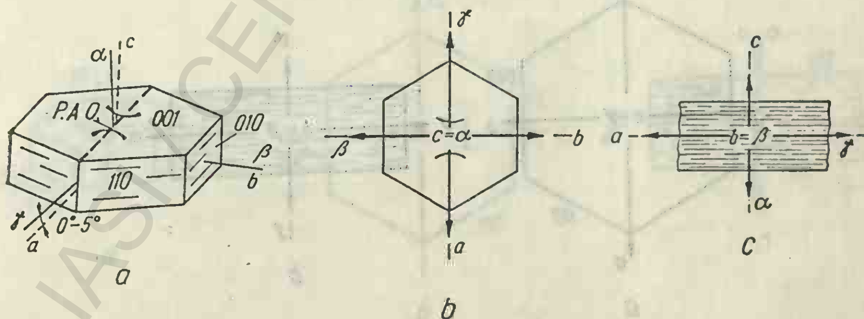


Fig. 391. Flogopit:
a — orientare optică; *b* — secţiune ‖ (001); *c* — secţiune ‖ (010).

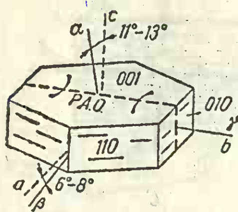
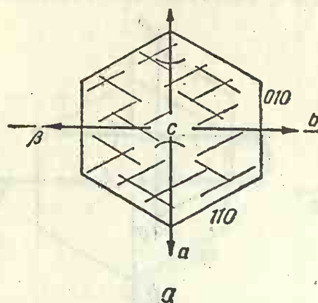


Fig. 392. Margarit: orientare optică.



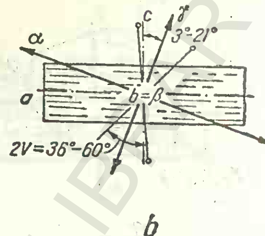


Fig. 393. Cloritoid:
a — secţiune ‖ (001); *b* — secţiune ‖ (010).

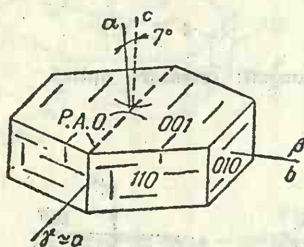


Fig. 394. Stilpnomelan: orientare optică.

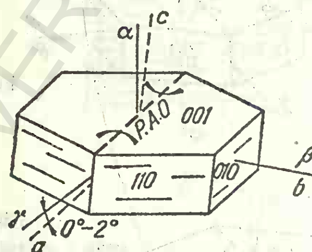
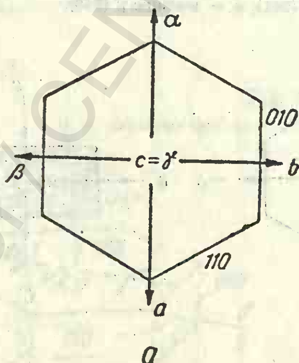


Fig. 395. Clorit: orientare optică.



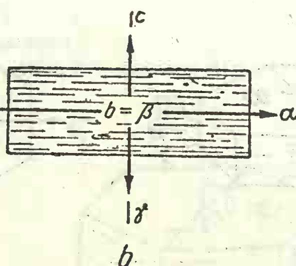


Fig. 396. Pennin:
a — secţiune ‖ (001); *b* — secţiune ‖ (010).

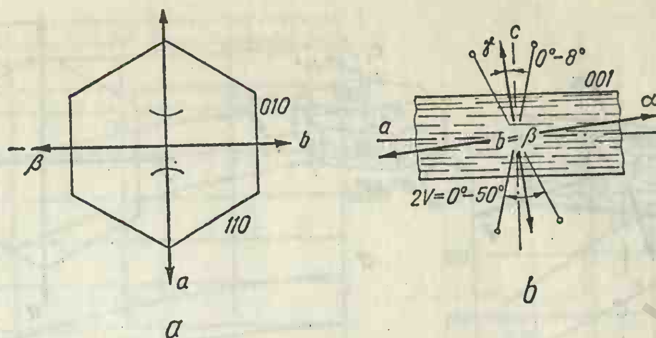


Fig. 397. Clinoclor:
a — secțiune ‖ (001); *b* — secțiune ‖ (010).

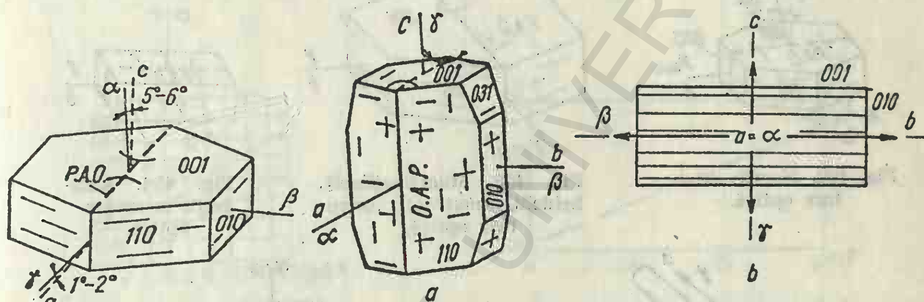


Fig. 398. Vermiculit: orientare optică.

Fig. 399. Prehnit:
a — orientare optică; *b* — secțiune ‖ (010).

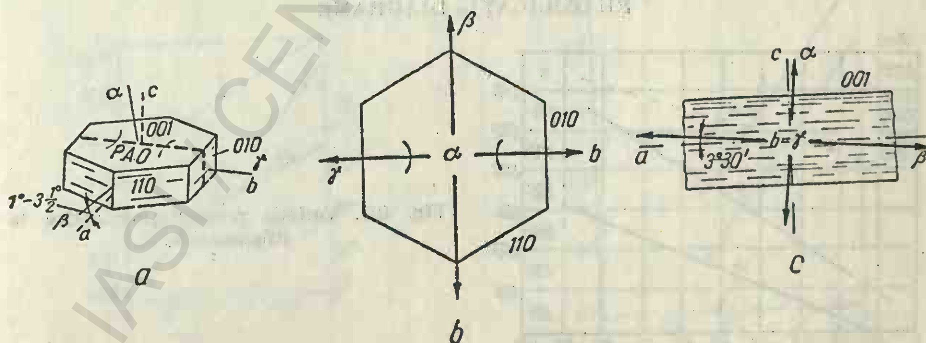


Fig. 400. Caolinit:
a — orientare optică; *b* — secțiune ‖ (001); *c* — secțiune ‖ (010).

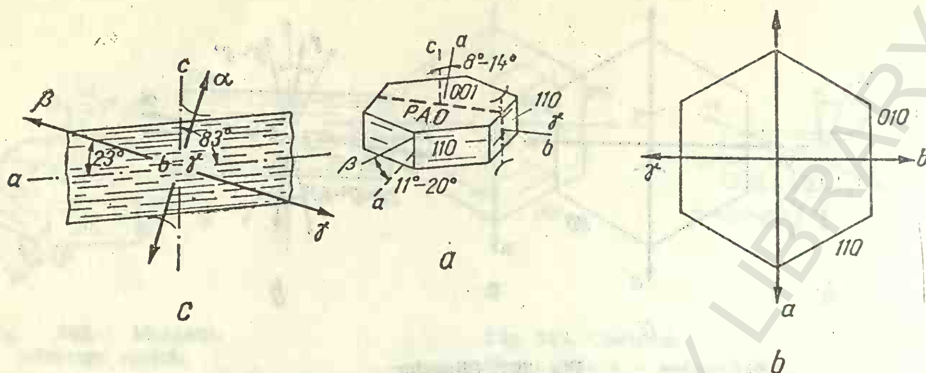


Fig. 401. Dickit:
a — orientare optică; *b* — secţiune ‖ (001); *c* — secţiune ‖ (010).

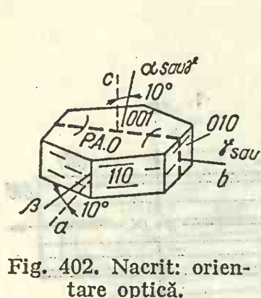


Fig. 402. Nacrit: orientare optică.

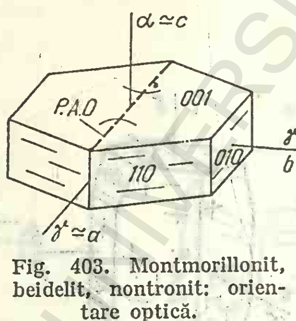


Fig. 403. Montmorillonit, beidelit, nontronit: orientare optică.

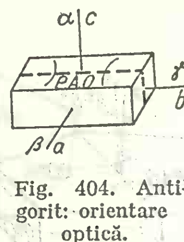


Fig. 404. Antigorit: orientare optică.

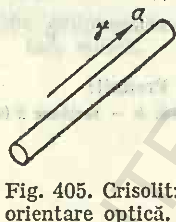


Fig. 405. Crisolit: orientare optică.

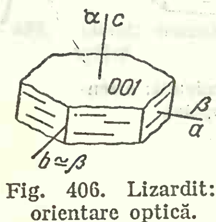


Fig. 406. Lizardit: orientare optică.

FILOSILICAŢI—DIAGRAME

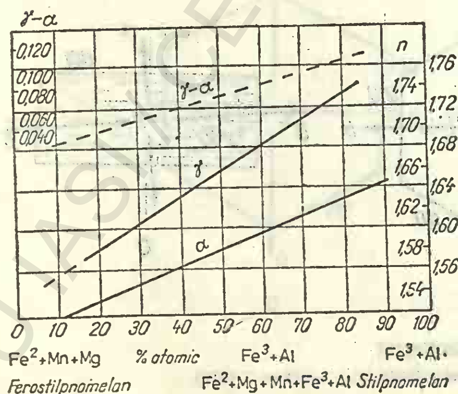


Fig. 407. Variaţia proprietăţilor optice la stilpnomelan.

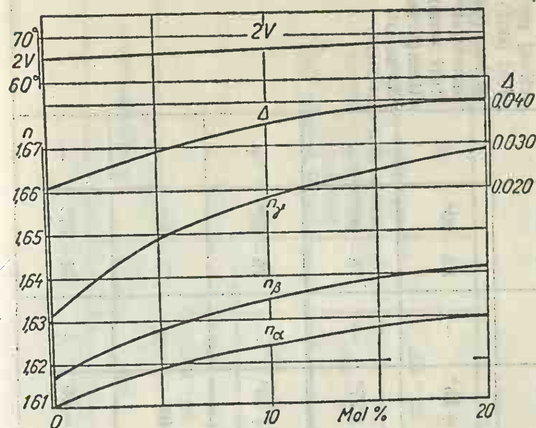


Fig. 408. Variaţia proprietăţilor optice la prehnit.

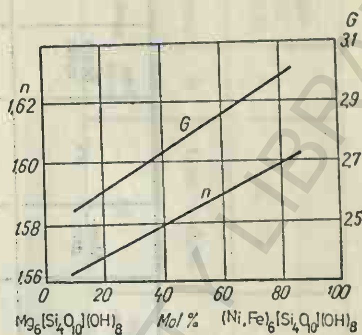


Fig. 409. Variaţia proprietăţilor optice în seria crisotil-garnierit.

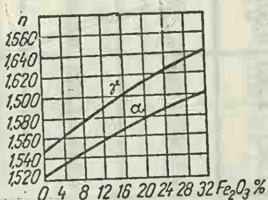


Fig. 410. Variaţia proprietăţilor optice la montmorillonit.

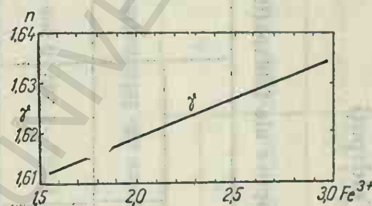


Fig. 411. Variaţia proprietăţilor optice la glauconit.

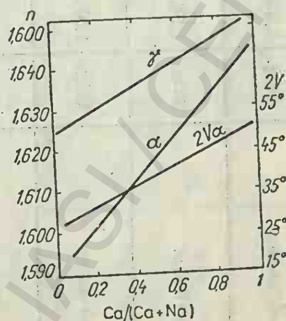


Fig. 412. Variaţia proprietăţilor optice la margarit.

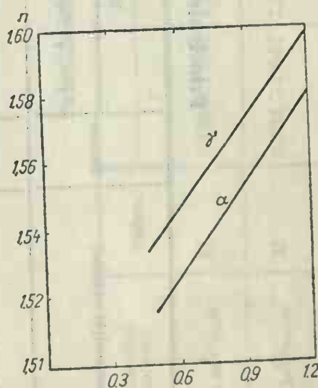


Fig. 413. Variaţia proprietăţilor optice la vermiculit.

Tectosilicați

Feldspați

Tabelul 315

Principalele proprietăți optice ale feldspaților plagioclazi

Denumirea mineralului	Compoziția chimică	Sistem	Refringență			Δ	Extincție	Alungire	2V	Semn optic	Proprietăți comune
			γ	β	α						
Albit	$Na[Si_3AlO_8]$	Trig.	1,538—1,542	1,531—1,537	1,527—1,533	0,009—0,011	—18 la —10°	—	75—83°	+	incolori, clivaj perfect (001) și bun (010), macle, structuri zonare, alterații: sericit, zoizit,
Oligoclaz	$Ab_{90-70}An_{10-30}$	Trig.	1,542—1,550	1,537—1,547	1,533—1,543	0,007—0,009	—10 la +15°	—	83—90°	±	
Andezin	$Ab_{70-50}An_{50-30}$	Trig.	1,550—1,561	1,547—1,558	1,543—1,553	0,007—0,008	+15 la +27°	—	75—90°	±	
Labradorit	$Ab_{50-30}An_{30-50}$	Trig.	1,561—1,573	1,558—1,568	1,553—1,564	0,008—0,009	+27 la +40°	—	75—90°	+	
Bytownit	$An_{30-10}An_{70-90}$	Trig.	1,573—1,585	1,568—1,579	1,564—1,573	0,009—0,012	> +40	±	77—90°	—	
Anortit	$Ca[Si_2Al_2O_8]$	Trig.	1,585—1,590	1,579—1,585	1,573—1,577	0,012—0,013	—32° la —40°	+	74—77°	—	

Tabelul 316

Principalele proprietăți optice ale feldspaților ortoclazi

Denumirea mineralului	Compoziția chimică	Sistem	Refringență			Δ	Extincție	2V	Semn optic	Proprietăți comune
			γ	β	α					
Microclin	$Or_{100-60}Ab_{0-40}$	Tric.	1,521–1,530	1,518–1,526	1,514–1,523	0,007	5–16°	80–85° (40–90°)	–	incolori; clivaj perfect (001) bun (010); alungire negativă; semn optic negativ; alterații: caolinit
Ortoză	$Or_{100-50}Ab_{0-50}$	M	1,524–1,535	1,522–1,533	1,518–1,528	0,006–0,008	0– 5°	30–80°	–	
Sanidină	$Or_{90-30}Ab_{10-70}$	M	1,526–1,531	1,525–1,530	1,519–1,525	0,006–0,007	0– 9°	0–40°	–	
Anortoză	$Or_{0-40}Ab_{100-60}$	Tric. (M)	1,530–1,549	1,529–1,548	1,523–1,536	0,007–0,013	4–12°	32–62°	–	

Tabelul 317

Principalele proprietăți optice ale feldspaților grei (hialofani)

Denumirea mineralului	Compoziția chimică	Sistem	Refringență			Δ	Extincție	Alungire	2V	Semn optic	Proprietăți comune
			γ	β	α						
Celsian	$Cs_{100-80}Or_{0-20}$	M	1,588–1,596	1,583–1,589	1,579–1,584	0,009–0,012	27–30°	+	88°(83–94°)	+	incolori
Hialofan	$Cs_{40-10}Or_{60-90}$	M	1,534–1,547	1,531–1,545	1,528–1,542	0,005–0,006	0–20°	–	74–79°	–	clivaj perfect (001) și bun (010)

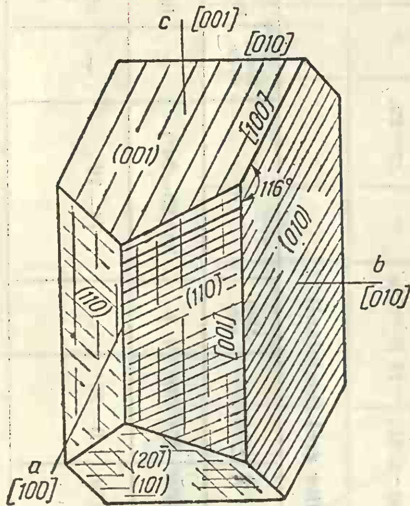


Fig. 414. Elementele cristalografice ale feldspaţilor.

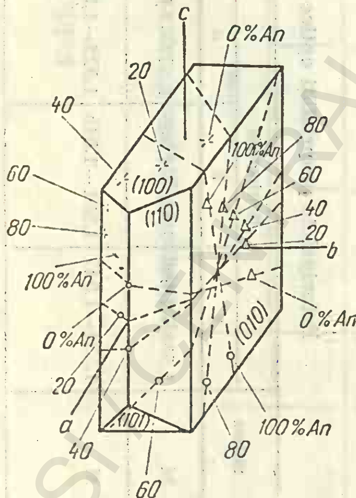


Fig. 415. *a*. Poziţia indicatricei la feldspaţii plagioclazi.

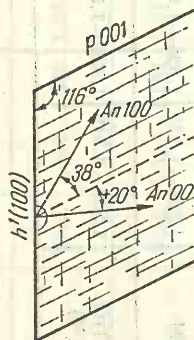


Fig. 415. *b*. Plagioclazi: secţiune || (010).

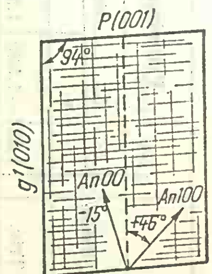


Fig. 415. *c*. Plagioclazi: secţiune ⊥ (100).

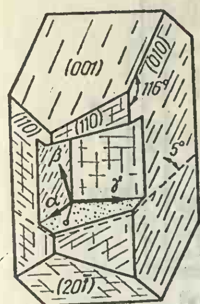
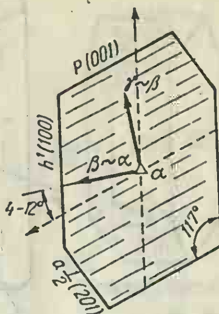
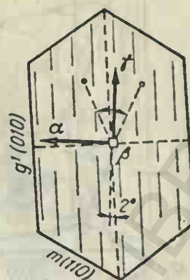




Fig. 416. Ortoză:
a — orientare optică; *b* — secţiune ‖ (010); *c* — secţiune ‖ (001).

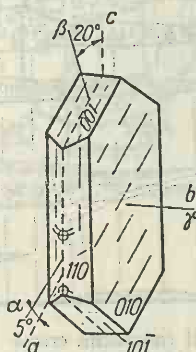
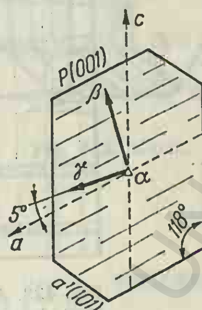
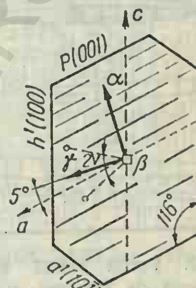




Fig. 417. Sanidină:
a — orientare optică; *b* — secţiune P.A.O. ⊥ (010); *c* — secţiune P.A.O. ‖ (010).

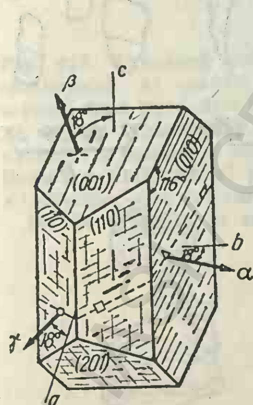


Fig. 418. Microclin: orientare optică.

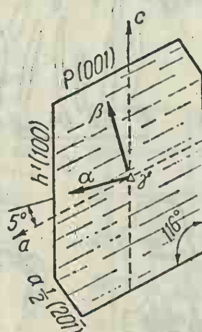



Fig. 419. Anortoză:
a — secţiune ‖ (010); *b* — secţiune ‖ P.A.O.

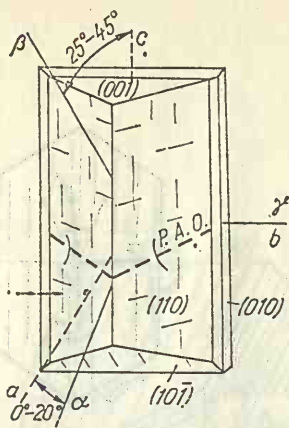


Fig. 420. Hialofan: orientare optică.

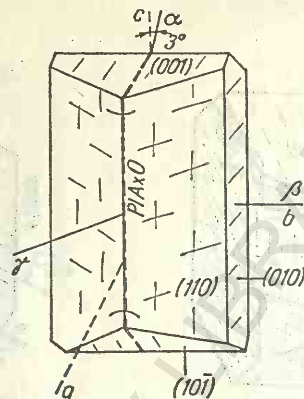


Fig. 421. Celsian: orientare optică.

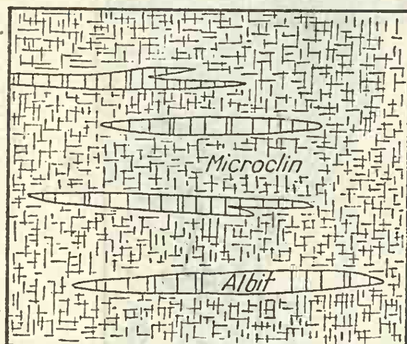


Fig. 422. Pertit (albit cristalizat într-o masă de feldspat potasic — microclin).

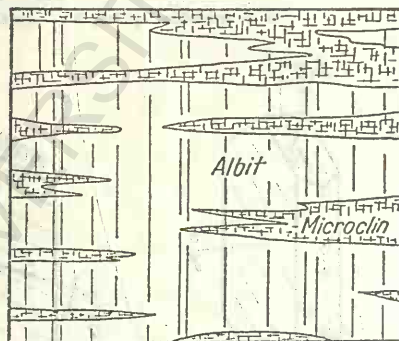


Fig. 423. Antipertit (microclin cristalizat într-o masă de feldspat sodic-albit).

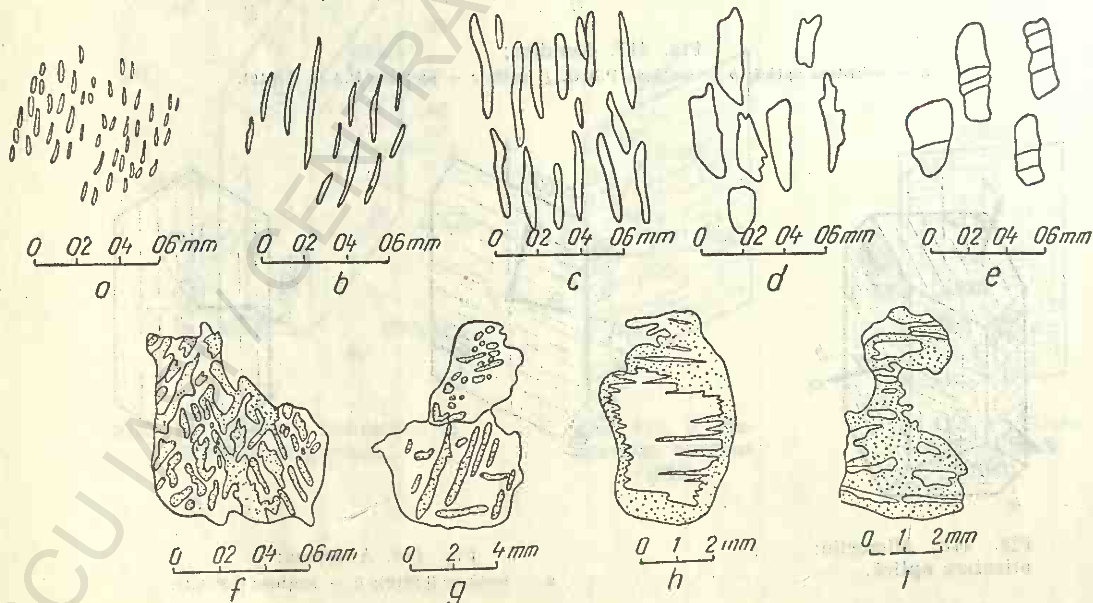


Fig. 424. Tipuri de pertite:
a — microfiliforme (stringlets); *b* — filiforme (strings); *c* — lentiliforme (rods); *d* — plaje (beads); *e* — plaje fracturate (fractures beads); *f* — rețea (rinterlocking); *g* — întrepătrundere (interpenetrating); *h* și *i* — substituție (replecement).

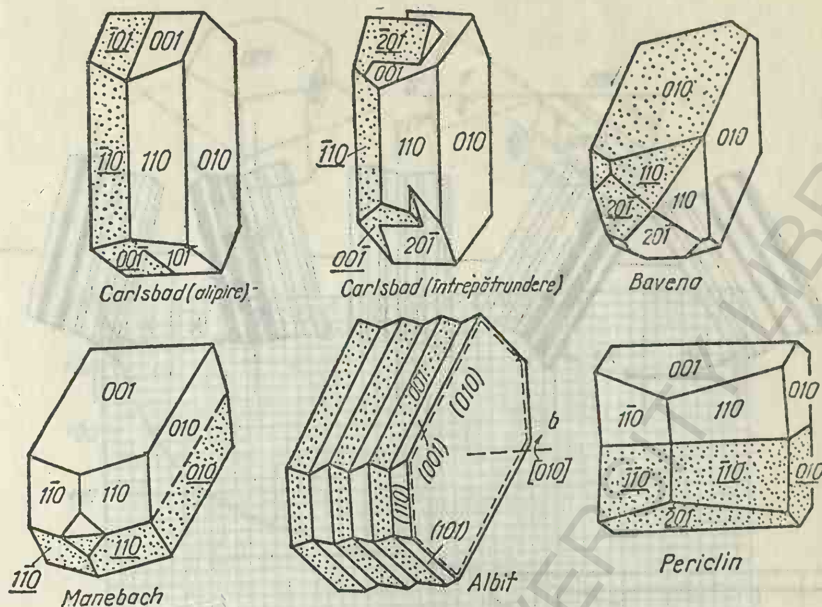


Fig. 425. Macle.

FELDSPAŢI PLAGIOCLAZI. — DIAGRAME

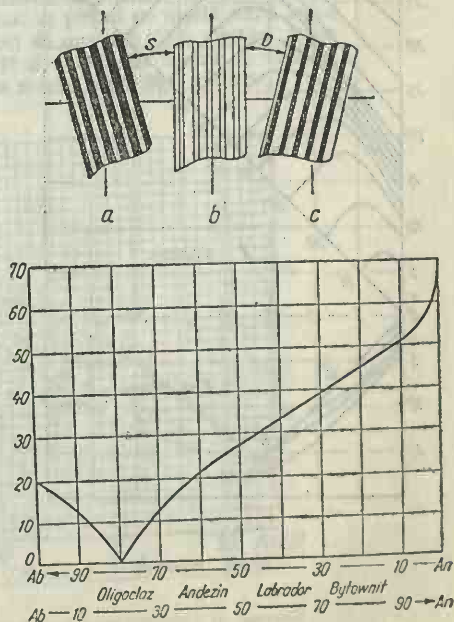


Fig. 426. Diagramă pentru determinarea conţinutului în anortit al plagioclazilor maclaţi după legea albit în secţiuni ⊥ (010) — metoda Michel Lévy. Sus: a) poziţia de extincţie a indivizilor impari; b) poziţia de iluminare uniformă; c) poziţia de extincţie a indivizilor pari. Jos: curba variaţiei unghiului de extincţie în secţiuni ⊥ (010).

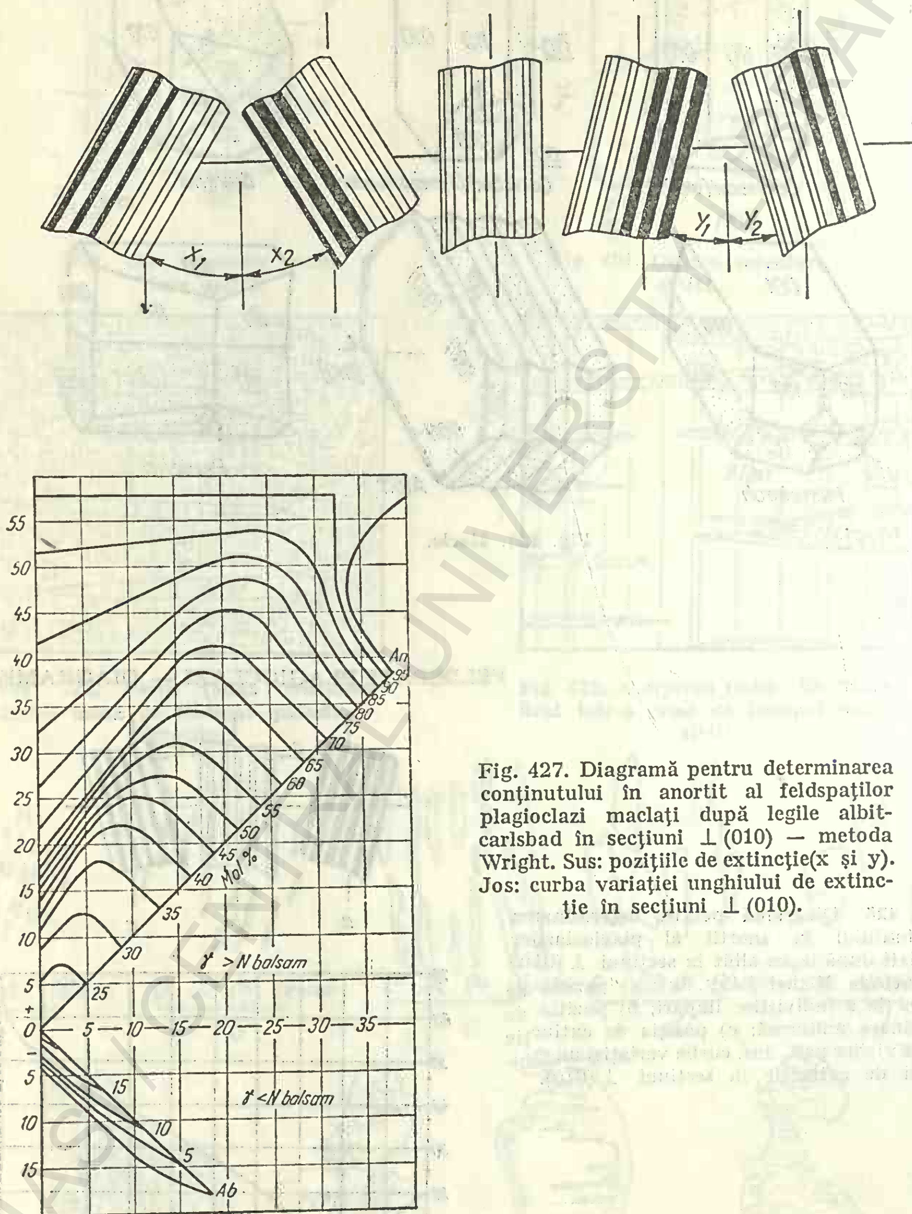
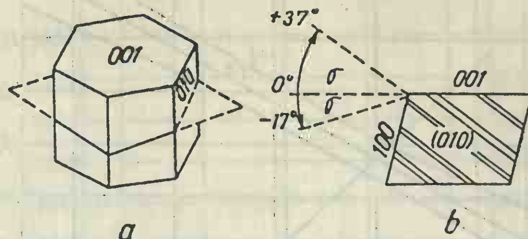


Fig. 427. Diagramă pentru determinarea conţinutului în anortit al feldspaţilor plagioclazi maclaţi după legile albit-carlsbad în secţiuni ⊥ (010) — metoda Wright. Sus: poziţiile de extincţie(x şi y). Jos: curba variaţiei unghiului de extincţie în secţiuni ⊥ (010).



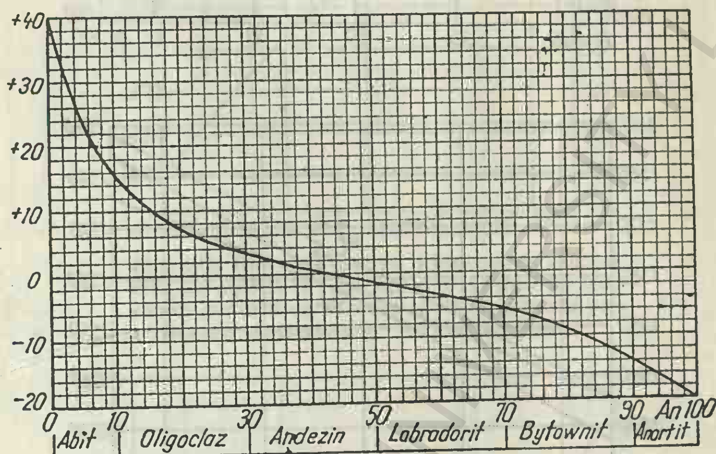


Fig. 428. Diagramă pentru determinarea conținutului în anortit al feldspaților plagioclazi funcție de înclinarea planului de maclă după legea periclin — metoda Schimdt. Sus: a) planul de maclă după legea periclin în secțiune rombică; b) planul de maclă || (010) unghiul δ, cu (001) în domeniul cuprins între +37° și −17°. Jos: curba de variație a unghiului format de planul de maclă după legea periclin.

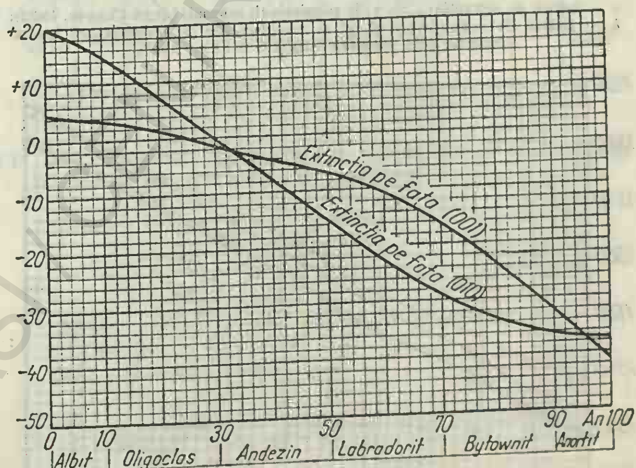
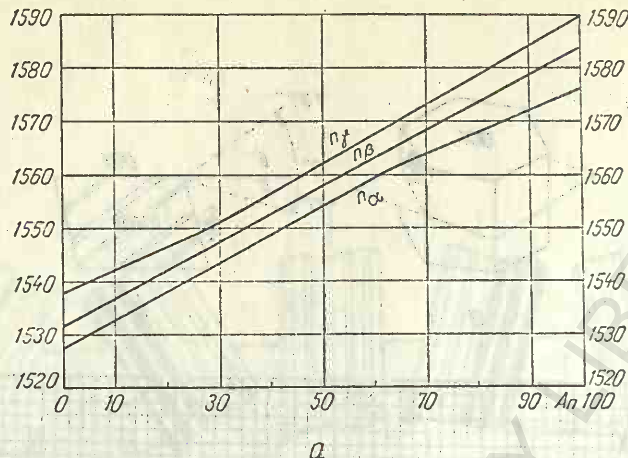


Fig. 429. Diagramă pentru determinarea conținutului în anortit al feldspaților plagioclazi pe baza valorii unghiului de extincție măsurat în raport cu clivajul după (001) și (010), metoda Schuster.



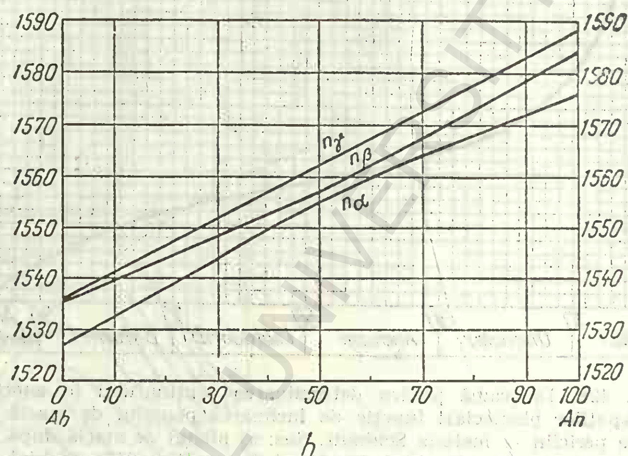


Fig. 430. Diagramă pentru determinarea conţinutului în anortit al feldspaţilor plagioclazi pe baza variaţiei valorii indicilor de refracţie:

a — indicii de refracţie (α, β, γ) la plagioclazii normali (după Chayes, 1952);
b — indicii de refracţie (α, β, γ) la modificaţiile de temperatură înaltă obţinute prin încălzire (după S m i t h, 1957).

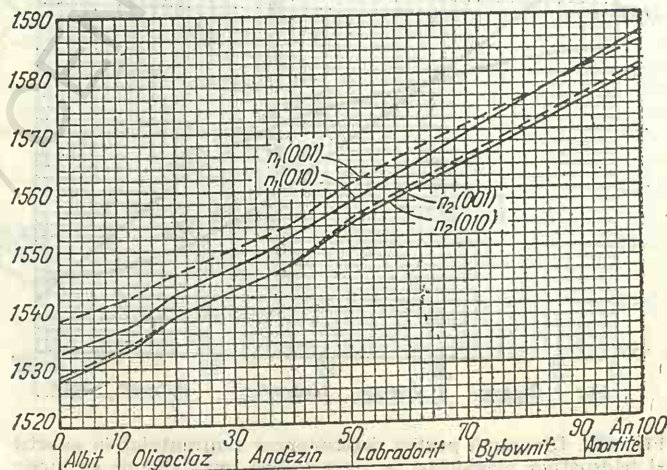


Fig. 431. Diagramă pentru determinarea conţinutului în anortit al feldspaţilor plagioclazi după valorile medii ale indicilor de refracţie n_1 şi n_2 determinate în secţiunile care prezintă clivaje după (001) şi (010) (după T s u b o i, fide K e r r, 1959).

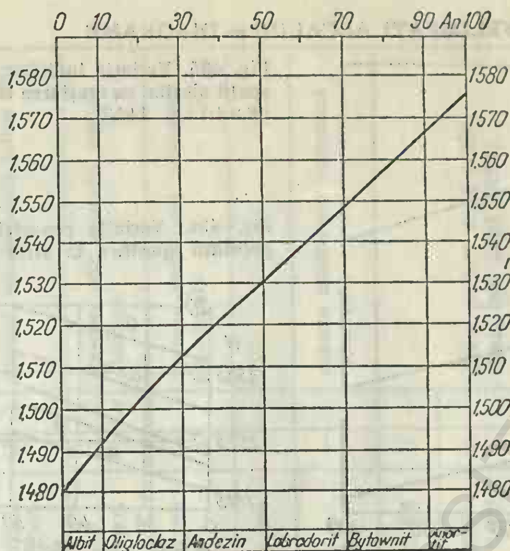


Fig. 432. Diagramă pentru determinarea conținutului în anortit al feldspaților plagioclazi pe baza valorii indicelui de refracție al sticlei obținute prin topirea plagioclazului — metoda Foster.

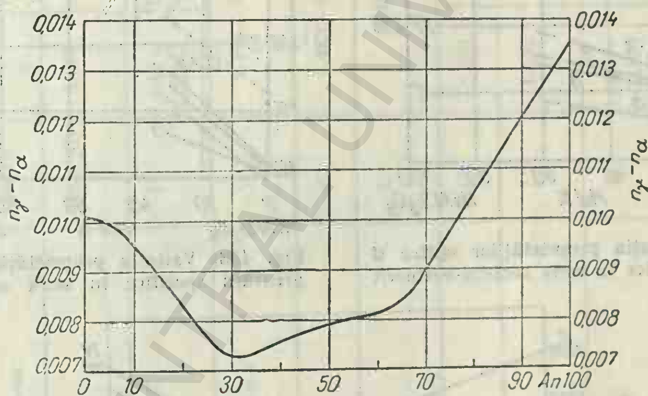


Fig. 433. Diagrama de variație a birefringenței la feldspații plagioclazi (după C h a y e s, modificată de K e r r, 1959).

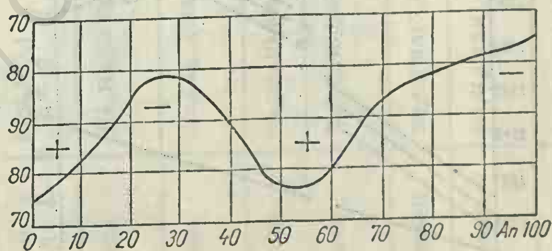


Fig. 434. Diagrama variației unghiului 2V la feldspații plagioclazi (după R e i n h a r d, 1931).

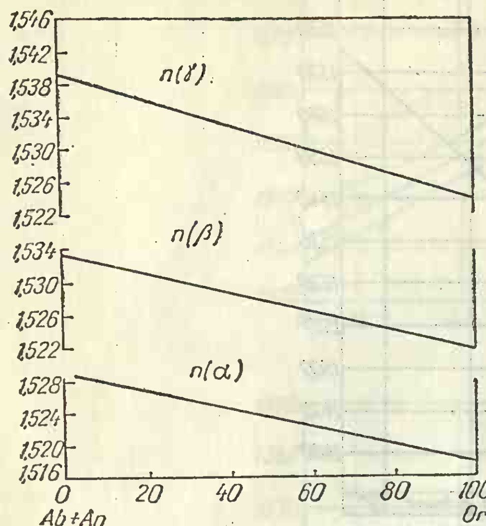
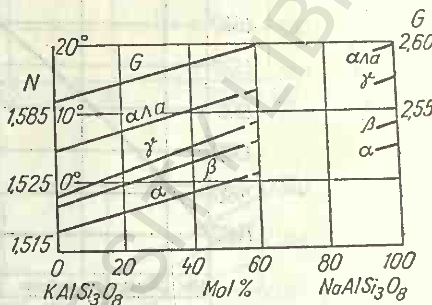


Fig. 435. Variaţia indicilor de refracţie la feldspaţii alcalini cu creşterea conţinutului în ortoză (T u t t l e, 1952).

Fig. 436. Variaţia proprietăţilor optice şi greutăţii specifice în seria adular-albit.



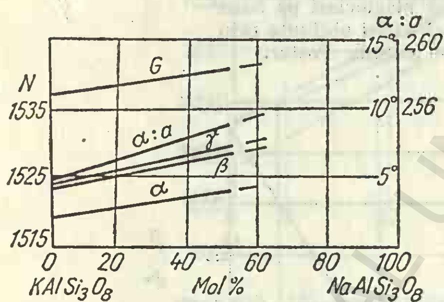


Fig. 437. Variaţia proprietăţilor optice şi greutăţii specifice în seria sanidin-barbierit

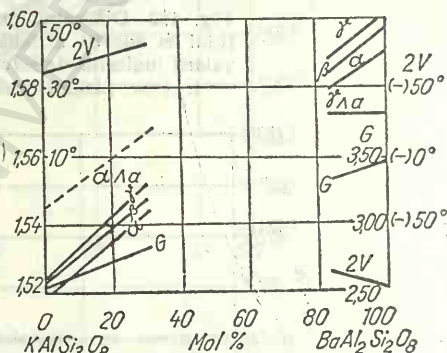


Fig. 438. Variaţia proprietăţilor optice şi greutăţii specifice în seria adular-celsian.

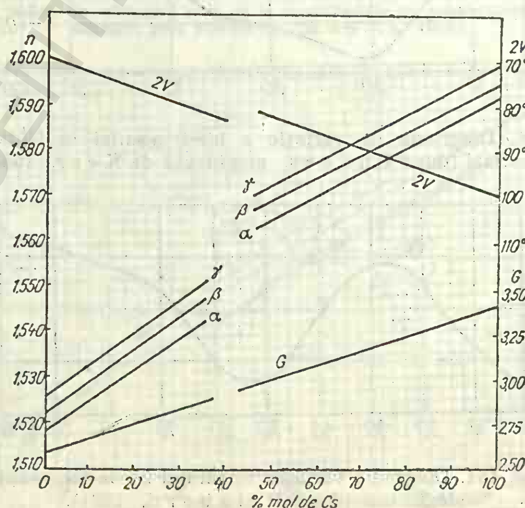


Fig. 439. Variaţia proprietăţilor optice şi greutăţii specifice la feldspaţii de bariu.

Feldspatoizi

Principalele proprietăți optice ale feldspatoizilor

Tabelul 318

Denumirea mineralului	Formula chimică	Sistem	Refringență ε	Refringență ω	Δ	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți
Leucit	$K[Si_2AlO_6]$	Tetr. (C)	1,509	1,508	0,000— —0,001	U	+	incolor, macle polisintetice fine
Nefelin	$(Na, K)[SiAlO_4]$	H	1,532— —1,547	1,529— —1,542	0,003— —0,005	U	—	incolor, prin alterație aspect tulbure
Haüyn	$(Na_2Ca)_{3-4}[SiAlO_4](SO_4)_{2-1}$	C	1,496—1,504		0,000	—		culoare albăstruie; incluziuni frecvente
Sodalit	$Na_8[SiAlO_4]Cl_2$	C	1,483—(1,487)		0,000	—		
Nosean	$Na_8[SiAlO_4](SO_4)$	C	1,495			—		culoare albăstruie; incluziuni frecvente
Cancrinit	$Na_3Ca[SiAlO_4](CO_3)$	H	1,524	1,498	0,026	U	—	
Vișnevit	$Na_3K_2[SiAlO_4](SO_4)$	H	1,489	1,488	0,000— —0,003	U	—	clivaj perfect după $(10\bar{1}0)$ clivaj bun după (0001)
Davin	$Ca(Na, K)[SiAlO_4](SO_4)$	H	1,518— —1,527	1,517— —1,522	0,000— —0,005	U	—	
Kaliofilit	$K[SiAlO_4]$	H	1,532— —1,537	1,527— —1,533	0,004— —0,005	U	—	
Pollucit	$(Cs, Na)[Si_2AlO_4]\cdot H_2O$	Tetr. (C)	1,507—1,537		0,000	U		

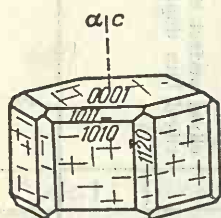


Fig. 440. Nefelin: orientare optică.

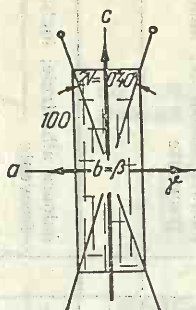


Fig. 441. Dumortierit: secțiune ||(010).

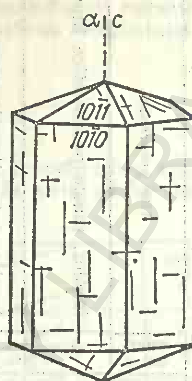


Fig. 442. Cancrinit: orientare optică.

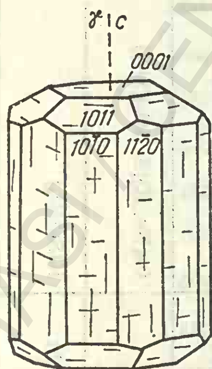


Fig. 443. Davin: orientare optică.

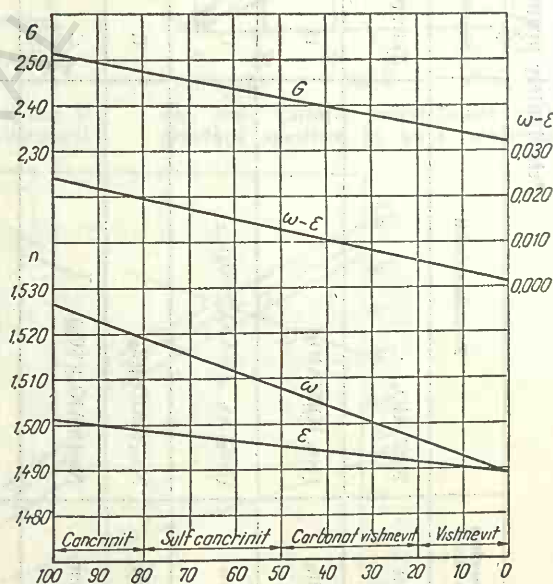


Fig. 444. Variația proprietăților optice în seria cancrinit-vișnevit.

Scapolite

Tabelul 319

Scapolite — Proprietăţi optice

Denumirea mineralului	Compoziţia chimică	Sistem	Refringenţă		Δ	U/2V	Semn optic	Proprietăţi comune
			ω	ε				
Marialit	$Na_4Al_3Si_9O_{24}Cl$	Tetr.	1,546—1,550	1,540—1,541	0,006—0,009	U	—(+)	Incolori Incluziuni frecvente de cuarţ, mice, granaţi, amfiboli, turmalină. Prin alterare trec în mice, clorite, calcit, zeoliţi.
Dipir	$Ma_{80}Me_{20}$ la $Ma_{50}Me_{50}$	Tetr.	1,550—1,558	1,541—1,545	0,009—0,013	U	—	
Mizzonit	$Ma_{50}Me_{50}$ la $Ma_{20}Me_{80}$	Tetr.	1,558—1,590	1,545—1,556	0,013—0,044	U	—	
Meionit	$Ca_4Al_3Si_9O_{24}CO_3$	Tetr.	1,590—1,600	1,556—1,562	0,034—0,038	U	—	

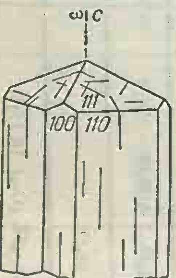


Fig. 445. Scapolit: orientare optică.

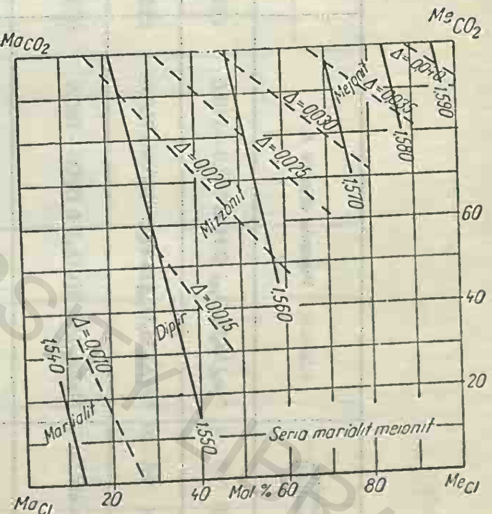


Fig. 446. Variaţia proprietăţilor optice în seria marialit-meionit.

Principalele proprietăţi

Denumirea mineralului	Formula chimică	Sistem	Clivaj	Culoare
Natrolit	$Na_2[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 2\ H_2O$	R	bun (110)	incolor
Scolecit	$Ca[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 3\ H_2O$	M	bun (110)	„
Thomsonit	$NaCa_2[(Al, Si)_5O_{10}] \cdot 6\ H_2O$	R	perfect (010) bun (100)	„
Laumontit	$Ca[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 4-3^1/_2H_2O$	M	perfect (110), (010)	„
Mezolit	$Na_2Ca_2[Al_2Si_3O_{10}]_3 \cdot 8\ H_2O$	M	perfect (110) slab (001)	„
Heulandit	$Ca, Na_2[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 6\ H_2O$	M	perfect (110)	„
Stilbit	$(Ca, Na_2K_2)[Al_2Si_7O_{18}] \cdot 7\ H_2O$	M	perfect (010)	„
Epistilbit	$Ca[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 5\ H_2O$	M	perfect (010)	„
Brewsterit	$Na(Sr, Ca, Ba)_5[Al_{11}Si_{29}O_{80}] \cdot 25\ H_2O$	M	perfect (110)	„
Harmotom	$Ba[Al_2Si_6O_{16}] \cdot 6\ H_2O$	M	slab (010), (001)	„
Phillipsit	$(^1/_2Ca, Na, K)_3[Al_3Si_5O_{16}] \cdot 6\ H_2O$	M	slab (010)	„
Gismondit	$Ca[Al_2Si_2O_8] \cdot 4\ H_2O$	R	distinct (10$\bar{1}$)	„
Chabazit	$Ca[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6\ H_2O$	Trig.	distinct (10$\bar{1}$1)	„
Gmelinit	$(Na_2Ca)[Al_2Si_4O_{12}] \cdot 6\ H_2O$	Trig.	distinct (10$\bar{1}$0)	„
Analcit	$Na[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$	C	slab (100)	„
Faujasit	$(Na_2Ca)_{1.75}[Al_{3.5}Si_{8.5}O_{24}] \cdot 16\ H_2O$	C	distinct (111)	„

Tabelul 320

optice ale zeoliţilor

Refringenţă γ	β n	α	Δ	Extincţie	Alungire	2V/U	Semn optic
1,485—1,501	1,476—1,491	1,473—1,489	0,011—0,013	0	+	58—64°	+
1,517—1,521	1,516—1,520	1,510—1,513	0,007—0,008	15—18	—	36—56°	—
1,516—1,545	1,529—1,532	1,507—1,530	0,007—0.015	0	+(—)	47—75°	+
1,514—1,521	1,522—1,524	1,502—1,513	0,012	20—36	+	24—38°	—
1,505—1,506	1,505—1,508	1,505—1,508	0,000	8	—	variabil	variab.
1,488—1,508	1,499—1,508	1,487—1,498	0,001—0,007	0—32	+(—)	34°	+
1,493—1,511	—	1,482—1,498	0,009—0,013	3—12	+(—)	30—50°	—
1,512—1,520		1,502—1,505	0,010—0,014	10	+(—)	44°	—
1,523	1,512	1,510	0,013	22	+(—)	65°	+
1,508—1,516		1,503—1,506	0,005—0,008	28—32	+(—)	79°	+
1,486—1,514		1,483—1,504	0,003—0.010	11—30	+	60—80°	+
1,538—1,548	1,538—1,543	1,530—1,538	0,008—0,017	0	+(—)	82—86°	—
1,480—1,490	—	1,478—1,485	0,002—0,005	0	—(+)	U	
1,465—1,480	—	1,464—1,479	0,001—0,009	0	+(—)	U	
—	1,480—1,490	—	—	—		—	
—	1,480	—	—	—		—	

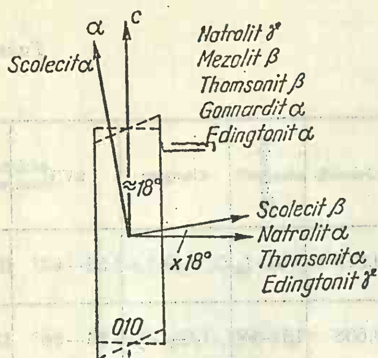


Fig. 447. Orientarea optică la zeoliții fibroși.

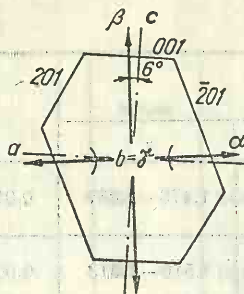


Fig. 448. Heulandit: secțiune || (010).

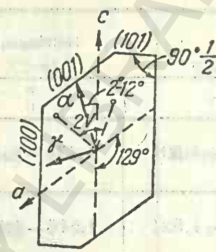


Fig. 449. Stilbit: secțiune || (010), plan maclă (001).

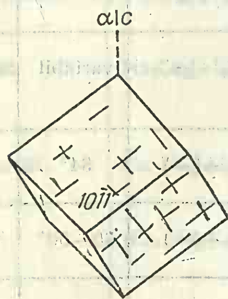


Fig. 450. Chabasit: orientare optică.

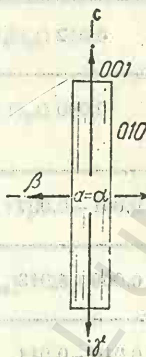


Fig. 451. Natrolit: secțiune || (100).

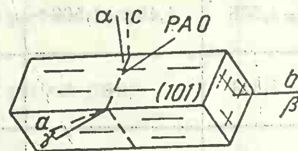


Fig. 452. Mezolit: orientare optică.

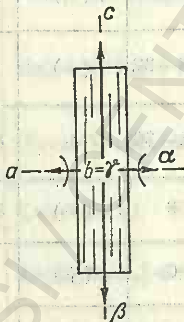


Fig. 453. Thomsonit: secțiune || (010).

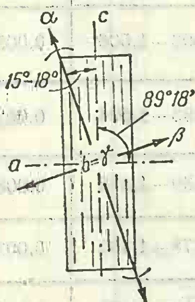


Fig. 454. Scolecit: secțiune || (010).

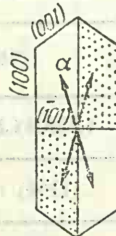


Fig. 455. Macle quarduple de zeoliți.

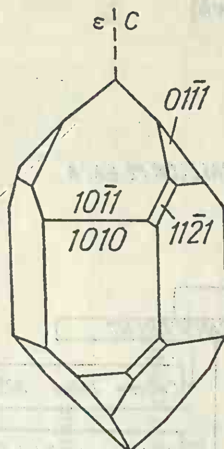


Fig. 456. Cuarţ: orientare optică.



Fig. 457. Cuarţină: orientare optică.

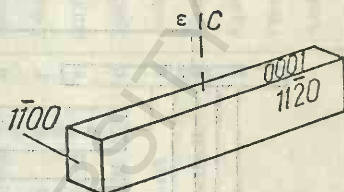


Fig. 458. Calcedonit: orientare optică.

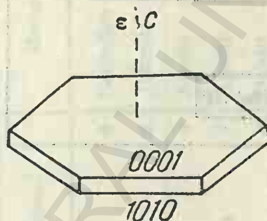
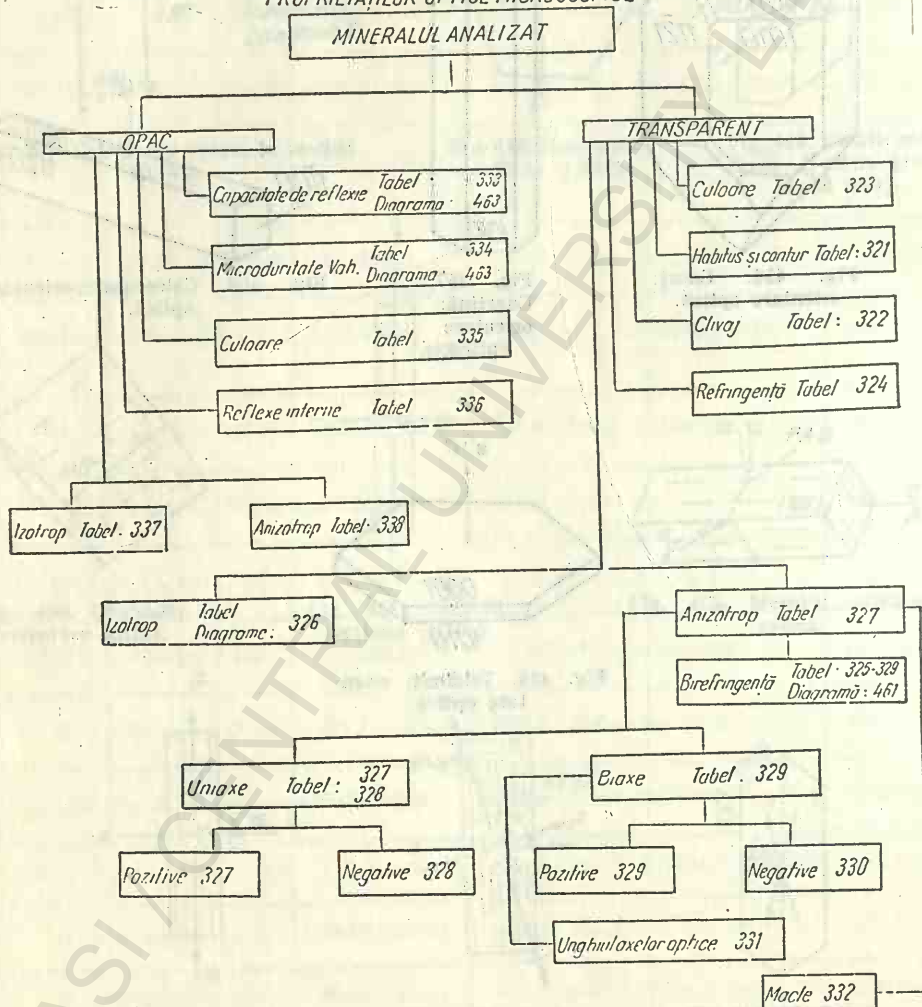


Fig. 459. Tridimit: orientare optică.

4. Identificarea mineralelor în funcţie de variaţia proprietăţilor optice microscopice (mineralogie optică determinativă)



A. PROPRIETĂȚI OPTICE MICROSCOPICE EXAMINATE ÎN LUMINĂ TRANSPARENTĂ

Conturul și habitusul mineralelor

Tabelul 321

Conturul și habitusul mineralelor în secțiuni subțiri

A. Minerale cu contur euhedral

f.d.=foarte des; d=des; r=rar; f.r.=foarte rar

Cubic		Trigonal		Tetragonal		Hexagonal		Rombic		Monoclinic		Triclinic	
Pirită	d	Cuarț	f. r	Rutil	d	Corindon	d	Celestină	r	Gibbsit	r	Microclin	r
Fluorină	r	Calcit	r	Casiterit	d	Jarosit	f. r	Forsterit	d	Monazit	r	Plagioclazi	d
Magnetit	d	Dolomit	r	Melilit	d	Alunit	f. r	Olivină	d	Lazulit	f. r		
Spinel	r	Turmalină	r	Vezuvian	d	Apatit	f. d	Fayalit	d	Ortoză	d		
Perovskit	d			Zircon	d	Dahlit	d	Monticellit	d	Sanidină	f. d		
Leucit	f. d			Scapolit	r	Cancrinit	r	Topaz	r	Adular	d		
Sodalit	d					Chabazit	d	Andaluzit	r	Augit egirinic	d		
Haüyn	d					Nefelin	r	Staurolit	d	Spodumen	d		
Granat	f. d							Lawsonit	r	Jadeit	f. r		
Analcit	r							Dumortierit	r	Sfen	d		
								Zoizit	r	Epidot	d		
										Piroxeni	d		
										Amfiboli	d		

B. Habitusul cristalelor izolate

Echigranular	Acicular	Prismatic	Columnar
Fluorină	Rutil	Ilmenit	Cuarț
Cuarț	Aragonit	Aragonit	Corindon
Periclaz	Sillimanit	Baritină	Ortoză
Rutil	Dumortierit	Celestină	Sanidină
Casiterit	Turmalină	Gips	Microclin
Spinel	Stilbit	Egirin	Anortoză
Magnetit	Natrolit	Mullit	Plagioclazi
Cromit		Dumortierit	Nefelin
Anhidrit		Turmalină	Cancrinit
Apatit		Epidot	Piroxeni
Leucit		Piemontit	Wollastonit
Sodalit		Prehnit	Amfiboli
Haüyn		Pirofilit	Beril
Melilit		Disten	Scapolit
Forsterit			Vezuvian
Olivină			Topaz
Fayalit			Disten
Chondrodit			Zoizit
Granat			Clinozoizit
Zircon			Staurolit
Topaz			Mice
Andaluzit			Clorite
Axinit			Baritină
Allanit			
Cordierit			
Sfen			
Lawsonit			
Glauconit			
Analcit			

C. Habitusul în agregate cristaline

Tabelul 321 (continuare)

Granular	Fibros	Acicular	Prismatic
Cuarț	Brucit	Aragonit	Feldspat
Calcedonie	Gips	Dumortierit	Hedenbergit
Gibbsit	Polihalit	Turmalină	Jadeit
Calcit	Jadeit	Stilbit	Wollastonit
Dolomit	Wollastonit	Natrolit	Tremolit
Magnezit	Antofilit	Thomsonit	Actinot
Siderit	Tremolit	Scolecit	Grünerit
Baritină	Actinot		Glaucofan
Celestină	Cummingtonit		Beril
Anhidrit	Grünerit		Scapolit
Gips	Nefrit		Topaz
Polihalit	Riebeckit		Andaluzit
Alunit	Sillimanit		Turmalină
Jarosit	Prehnit		Zoizit
Dahlit	Sepiolit		Clinozoizit
Olivină	Antigorit		Epidot
Epidot	Crisotil		Piemontit
Caolinit	Pirofilit		Staurolit
Halloysit			Biotit
Montmorillonit			Thomsonit
Analcit			Scolecit
			Vezuvian
			Scapolit
			Dumortierit
			Aragonit

Foios	Radiar	Sferulitic	Cimentat
Grafit Hematit Brucit Muscovit Biotit Stilpnomelan Flogopit Lepidolit Proclorit Clinoclor Antofilit Talc Pirofilit Caolinit Montmorillonit Dickit Hidromuscovit Pennin Cloritoid Iddingsit	Dahlit Cummingtonit Schorlit Proclorit Pirofilit Natrolit Calcedonie Gibbsit Thomsonit Aragonit Stilbit Dumortierit	Calcedonie Cristobalit Calcit Siderit Dahlit Ortoză Prehnit	Gibbsit Antigorit

Concreșteri grafice	Microlite	Spărturi concoidale	Spărturi
Cuarț-feldspat Cuarț-staurolit Cuarț-actinot Nefelin-feldspat Corindon-andaluzit Sticlă-leucit	Cristobalit în sticlă	Sticlă Halloysit Opal	Sticlă Montmorillonit

Spărturi perlitice	Lithophisae	Curgere (cu fenocristale)
Sticlă	Tridimit	Lechatelierit Sticlă

Tabelul 322

Clivajul mineralelor. Indicii Miller ai planelor de clivaj

O direcție de clivaj		
Muscovit 001	Thomsonit 010	Staurolit 010
Lepidolit 001	Mordenit 010	Topaz 001
Flogopit 001	Stilbit 010	Monazit 001
Biotit 001	Epistilbit 010	Corindon 0001
Stilpnomelan 001	Apofilit 001	Diaspor 010
Fayalit 010	Prehnit 001	Gibbsit 001
Talc 001	Zoizit 010	Brucit 0001
Pirofilit 001	Clinozoizit 001	Alunit 0001
Minerale argiloase 001	Epidot 001	Hematit 0001
Heulandit 010	Axinit 100	Goethit 010
Clorit 001	Sillimanit 010	
Două direcții de clivaj (prismatic) la/sau aproape 90°		
Piroxeni 110	Mezolit 301, $\bar{3}01$	Scapolit 100
Spodumen 110	Scolecit 110	Andaluzit 110
Natrolit 110		
Două direcții de clivaj (pinacoidal) la/sau aproape 90°		
Toți feldspații 001, 010	Pectolit 001, 010	
Philipsit 001, 010	Wollastonit 100, 001	
Harmotom 001, 010	Disten 100, 010 (de asemenea parțial), 001	
Două direcții de clivaj la 56° și 124°		
Toți amfibolii		
Trei direcții de clivaj (cubic)		
Analcit	Periclaz	
Trei direcții de clivaj (prismatic hexagonal)		
Cancrinit	Gmelinit	
Trei direcții de clivaj (romboedric)		
Chabazit	Calcit	Hematit
Corindon	Dolomit	
Trei direcții de clivaj (prismatic și pinacoidal)		
Laumontit 110, 010	Stronțianit 110, 010	Baritină 110, 001
Aragonit 110, 010	Celestină 110, 001	Anglezit 110, 001
Trei direcții de clivaj (toate pinacoidale)		
Wollastonit 100, 001, $\bar{1}02$	Anhidrit 100, 010, 001	
Disten 100, 010, 001	Gips 010, 100, 101	
Patru direcții de clivaj (octaedric)		
Spinel	Fluorină	
Patru direcții de clivaj (două prismatice, două pinacoidale)		
Lawsonit 010, 001, 110		
Șase direcții de clivaj (dodecaedric)		
Sodalit	Blendă	

Observații: în secțiuni subțiri, numărul direcțiilor de clivaj vizibile în diferite granule este adesea mai mic decît numărul direcțiilor de clivaj caracteristic mineralului: Majoritatea granulelor de piroxeni și amfiboli evidențiază numai o direcție de clivaj. Cele mai multe granule de carbonați numai două. Fluorina prezintă rar mai mult de trei direcții de clivaj.

Culoarea mineralelor

Culoarea mineralelor în secţiuni subţiri

Tabelul 323

Brun	Galben	Verde	Albastru	Violaceu	Roz	Roşu	Cenuşiu spre opac
Minerale izotrope							
ALLANIT Granaţi (Andradit) SPINEL BLENDĂ CROMIT	Colofan Granaţi (Grossular) Perovskit BLENDĂ	SPINEL	Sodalit SPINEL Fluorină	Fluorină	Analcit Granaţi (Pirop)	BLENDĂ	Sodalit GRANAŢI (Schorlomit)
Minerale anizotrope							
Augit Titanaugit Pigeonit Antofilit Cummingtonit Grünerit HORNBLENDĂ HASTINGSIT HORNBLENDĂ BAZALTICĂ ARFVEDSONIT Lepidolit BIOTIT THURINGIT STILPNOMELAN Chondrodit Staurolit TURMALINĂ Sfen RUTIL Gibbsit	Antofilit Gedrit HORNBLENDĂ RIEBECKIT Lepidolit Flogopit Biotit Olivină (Fayalit) Clorit STILPNOMELAN Epidot PIEMONTIT Chondrodit Staurolit TURMALINĂ Monazit Sfen RUTIL	Hipersten Diopsid Hedenbergit ACMIT AUGIT-EGIRINIC ACTINOT HORNBLENDĂ Pargasit HASTINGSIT RIEBECKIT ARFVEDSONIT BIOTIT CLORIT STILPNOMELAN GLAUCONIT TURMALINĂ Epidot Olivină Cloritoid	Hipersten GLAUCOFAN RIEBECKIT ARFVEDSONIT DUMORTIERIT TURMALINĂ	GLAUCOFAN RIEBECKIT Lepidolit DUMORTIERIT TURMALINĂ	Hipersten ACMIT Zoizit (var. Thulit) PIEMONTIT Andaluzit DUMORTIERIT TURMALINĂ	HORNBLENDĂ BAZALTICĂ BIOTIT PIEMONTIT RUTIL HEMATIT	HASTINGSIT RIEBECKIT LEPIDOMELAN PIEMONTIT Cloritoid TURMALINĂ Sfen

O b s e r v a ţ i e: Folosirea culorii ca indiciu primordial în indentificarea mineralelor nu este recomandabilă. Tabelul poate fi utilizat drept cheie de control. Mineralele notate cu litere mari prezintă, în mod obişnuit, culori închise, iar cele notate cu litere mici, culori deschise.

Indicii de refracţie ai mineralelor

Tabelul 324

Mineralele aşezate în ordinea creşterii valorii indicilor de refracţie

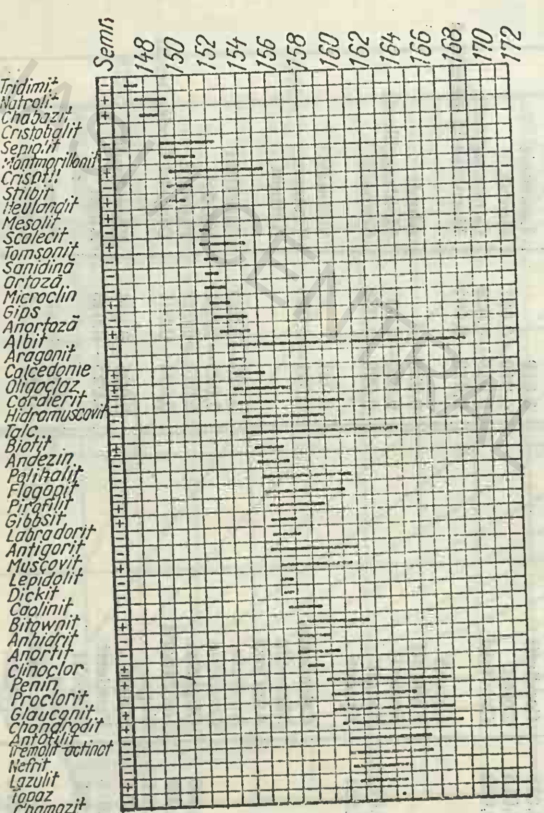
Indice de refracţie	Mineral	Indice de refracţie	Mineral
1,400—1,460	Opal	1,574—1,638	Biotit
1,434	Fluorină	1,575—1,582	Pennin
1,458—1,462	Lechatelierit	1,575—1,590	Talc
1,469	Tridimit	1,525—1,530	Microclin
1,470—1,630	Palagonit	1,525—1,532	Albit
1,473—1,480	Natrolit	1,526	Ortoză
1,473	Tridimit	1,527—1,543	Nefelin
1,478—1,485	Chabazit	1,527—1,451	Anortoză
1,480—1,610	Sticlă vulcanică	1,529	Gips
1,480—1,490	Chabazit	1,530	Aragonit
1,483—1,487	Sodalit	1,530—1,547	Nefelin
1,484	Cristobalit	1,531	Calcedonie
1,485—1,493	Natrolit	1,532—1,545	Oligoclaz
1,486	Calcit	1,532—1,552	Cordierit
1,487	Analcit	1,533	Paligorskit
1,487	Cristobalit	1,535—1,570	Hidromuscovit
1,490—1,506	Sepiolit	1,536—1,541	Albit
1,492	Montmorillonit	1,538—1,545	Talc
1,493—1,546	Crisotil	1,539	Calcedonie
1,494—1,500	Stilbit	1,539—1,570	Cordierit
1,496—1,499	Heulandit	1,540—1,571	Scapolit
1,496—1,500	Cancrinit	1,541—1,552	Oligoclaz
1,496—1,510	Haüyn	1,541—1,579	Biotit
1,500—1,508	Stilbit	1,544	Halit
1,500—1,526	Dolomit	1,5442	Cuarţ
1,500—1,570	Antigorit	1,545—1,555	Andezin
1,501—1,505	Heulandit	1,548	Polihalit
1,505	Mezolit	1,549—1,561	Halloysit
1,505—1,526	Sepiolit	1,550—1,507	Scapolit
1,506	Mezolit	1,551—1,562	Flogopit
1,507—1,524	Cancrinit	1,552	Andezin
1,508	Leucit	1,552—1,562	Cuarţ
1,509	Leucit	1,5533	Gibbsit
1,509—1,527	Magnezit	1,554—1,567	Labradorit
1,510	Palygorskit	1,555—1,563	Antigorit
1,512	Scolecit	1,555—1,564	Muscovit
1,512—1,530	Thomsonit	1,556—1,570	Lepidolit
1,513	Montmorillonit	1,560	Dickit
1,517—1,520	Sanidină	1,560	Caolinit
1,517—1,557	Crisotil	1,561	Labradorit
1,518	Ortoză	1,562—1,571	Antigorit
1,518—1,522	Microclin	1,562—1,573	Bytownit
1,518—1,542	Thomsonit	1,563—1,571	Beril
1,519	Scolecit	1,564—1,590	Hidromuscovit
1,520	Gips	1,566	Brucit
1,522—1,536	Anortoză	1,566	Dickit
1,542—1,526	Sanidină	1,566	Caolinit
1,570	Anhidrit	1,567	Polihalit
1,570—1,610	Cliachit	1,568—1,598	Beril
1,570—1,620	Colofan	1,576—1,538	Pennin
1,571—1,575	Anortit	1,576—1,589	Gibbsit
1,571—1,582	Bytownit	1,576—1,597	Clinoclor
1,571—1,588	Clinoclor	1,582—1,588	Anortit
1,572	Alunit		

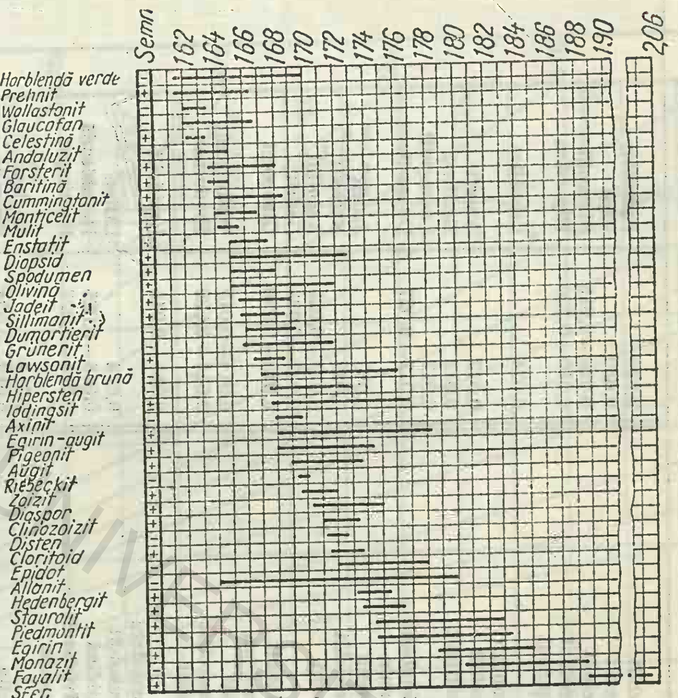
Indice de refracţie	Mineral	Indice de refracţie	Mineral
1,585	Brucit	1,650—1,665	Enstatit
1,588—1,658	Proclorit	1,650—1,698	Diopsid
1,590—1,612	Glauconit	1,651—1,668	Spodumen
1,592	Alunit	1,651—1,681	Olivină
1,592—1,643	Chondrodit	1,652—1,698	Turmalină
1,593—1,611	Muscovit	1,654—1,668	Mullit
1,596—1,633	Siderit	1,655—1,666	Jadeit
1,598—1,606	Flogopit	1,655—1,669	Monticellit
1,598—1,652	Antofilit	1,657—1,661	Sillimanit
1,599—1,667	Proclorit	1,657—1,663	Grünerit
1,600	Pirofilit	1,658	Calcit
1,600—1,628	Nefrit	1,658—1,674	Enstatit
1,600—1,628	Tremolit-actinot	1,659—1,678	Dumortierit
1,603—1,604	Lazulit	1,66 —1,80	Allanit
1,605	Lepidolit	1,664—1,686	Cummingtonit
1,607—1,629	Topaz	1,665	Lawsonit
1,610 1,644	Glauconit	1,667—1,688	Jadeit
1,612—1,634	Stilpnomelan	1,670—1,680	Forsterit
1,613—1,628	Turmalină	1,670—1,692	Hornblendă
1,614	Anhidrit	1,673—1,715	Hipersten
1,614—1,675	Hornblendă	1,674—1,730	Iddingsit
1,615—1,629	Turmalină	1,677—1,681	Spodumen
1,615—1,635	Prehnit	1,677≈1,684	Sillimanit
1,617—1,638	Topaz	1,678—1,684	Axinit
1,619—1,626	Dahlit	1,680—1,716	Dolomit
1,620	Wollastonit	1,680—1,718	Pigeonit
1,621—1,655	Glaucofan	1,680—1,745	Augit-egirinic
1,621—1,670	Chondrodit	1,681—1,727	Diopsid
1,622	Celestină	1,683—1,731	Hipersten
1,623—1,635	Dahlit	1,684	Lawsonit
1,623—1,676	Antofilit	1,686	Aragonit
1,625—1,655	Nefrit	1,686—1,692	Dumortierit
1,625—1,655	Tremolit-actinot	1,688—1,696	Axinit
1,626—1,629	Melilit	1,688—1,712	Augit
1,628—1,658	Turmalină	1,689—1,718	Olivină
1,629—1,640	Andaluzit	1,693	Riebeckit
1,630—1,651	Apatit	1,693—1,760	Hornblendă
1,631	Celestină	1,696—1,700	Zoizit
1,632—1,634	Melilit	1,697	Riebeckit
1,632—1,655	Turmalină	1,699—1,717	Grünerit
1,633—1,655	Apatit	1,700—1,726	Magnezit
1,633—1,701	Hornblendă	1,700—1,745	Stilpnomelan
1,634	Wollastonit	1,701—1,726	Vezuvian
1,635	Chamosit	1,702	Diaspor
1,635—1,640	Forsterit	1,702—1,718	Zoizit
1,635—1,655	Turmalină	1,705—1,732	Vezuvian
1,636	Baritină	1,709—1,782	Augit-egirinic
1,639—1,642	Lazulit	1,710—1,723	Clinozoizit
1,639—1,647	Andaluzit	1,712	Disten
1,639—1,657	Cummingtonit	1,713—1,737	Augit
1,639—1,668	Glaucofan	1,715	Jarosit
1,64 —1,77	Allanit	1,715—1,724	Cloritoid
1,641—1,651	Monticelit	1,718—1,768	Iddingsit
1,642	Mullit	1,719—1,734	Clinozoizit
1,645—1,665	Prehnit	1,719—1,744	Pigeonit
1,648	Baritină	1,72 —1,78	Spinel

Indice de refracție	Mineral	Indice de refracție	Mineral
1,720—1,734	Epidot	1,806—1,832	Piemontit
1,728	Disten	1,820	Jarosit
1,731—1,737	Cloritoid	1,830—1,875	Siderit
1,732—1,739	Hedenbergit	1,837—1,849	Monazit
1,734—1,779	Epidot	1,838—1,870	Uvarovit
1,736—1,747	Staurolit	1,847—1,886	Fayalit
1,736—1,763	Grossular	1,857—1,887	Andradit
1,738—1,760	Periclaz	1,887—1,913	Sfen
1,741—1,760	Pirop	1,925—1,931	Zircon
1,745—1,758	Piemontit	1,979—1,045	Sfen
1,745—1,777	Egirin	1,985—1,993	Zircon
1,746—1,762	Staurolit	1,996	Casiterit
1,750	Diaspor	2,00—2,10	Limonit
1,751—1,757	Hedenbergit	2,07—2,16	Cromit
1,759—1,763	Corindon	2,093	Casiterit
1,767—1,773	Corindon	2,34—2,38	Perovskit
1,778—1,815	Almandin	2,37—2,47	Blendă
1,782—1,836	Egirin	2,603—2,616	Rutil
1,786—1,800	Monazit	2,889—2,903	Rutil
1,792—1,820	Spessartin	2,94	Hematit
1,805—1,836	Fayalit	3,22	Hematit




Fig. 460. Diagrame cu domeniile de variație a indicilor de refracție ai mineralelor:
A — minerale izotrope; *B* — minerale uniaxe.





C şi *D* – minerale biaxe.

Tabelul 325

Mineralele aranjate în ordinea creșterii valorii birefringenței maxime

0,000—0,012	Melilit
0,001	Leucit
0,001	Mezolit
0,001—0,004	Gmelinit
0,001—0,009	Ripidolit
0,002	Chabazit
0,002	Apofilit
0,002—0,015	Thuringit
0,003	Cristobalit
0,003	Pennin
0,003—0,005	Nefelin
0,003—0,008	Riebeckit
0,003—0,013	Apatit
0,004	Tridimit
0,004—0,005	Vezuvian
0,004—0,008	Beril
0,004—0,010	Clinozoizit
0,004—0,011	Dahlit
0,005	Harmotom
0,005—0,007	Heulandit
0,005—0,008	Sanidină
0,005—0,009	Arfvedsonit
0,005—0,010	Clinoclor
0,006—0,007	Caolin
0,006—0,010	Thomsonit
0,006—0,015	Cordierit
0,006—0,018	Zoizit
0,006—0,002	Cloritoid
0,007	Ortoză
0,007	Philipsit
0,007	Scolecit
0,007—0,013	Axinit
0,007—0,051	Epidot
0,008	Calcedonie
0,008	Microclin
0,008	Anortoză
0,008	Andezin
0,008	Corindon
0,008—0,009	Oligoclaz
0,008—0,009	Labradorit
0,008—0,010	Topaz
0,008—0,011	Stilbit
0,008—0,015	Proclorit
0,008—0,038	Scapolit
0,009	Cuarț
0,009	Celestină
0,009—0,010	Enstatit
0,009—0,011	Albit
0,009—0,011	Andaluzit
0,009—0,012	Bytownit
0,010	Epistilbit
0,010	Gips
0,010—0,015	Staurolit
0,010—0,020	Hipersten
0,024	Crisotil
0,012	Anortit
0,012	Baritină
0,012	Laumontit
0,012—0,027	Dumortierit
0,013	Jadeit
0,013	Natrolit
0,013—0,025	Antofilit
0,013—0,028	Gedrit
0,013—0,030	Glauconit
0,014—0,017	Wollastonit
0,014—0,026	Spodumen
0,015—0,045	Lepidolit
0,016	Disten
0,016—0,025	Hornblendă
0,016—0,028	Hastingsit
0,017	Anglezit
0,017—0,024	Pargasit
0,019	Lawsonit
0,019—0,021	Brucit
0,019—0,029	Cummingtonit
0,019—0,069	Hornblendă bazaltică
0,020	Alunit
0,020—0,030	Montmorillonit
0,020—0,038	Scapolit
0,021	Sillimanit
0,021—0,033	Tremolit
	Actinot
0,023—0,029	Cancrinit
0,023—0,051	Epidot
0,024—0,030	Pigeonit
0,024—0,031	Diopsid-Hedenbergit
0,025—0,036	Chondrodit
0,025—0,043	Augit
0,026—0,033	Prehnit
0,026—0,045	Lepidolit
0,027—0,060	Egirin
0,029—0,043	Grünerit

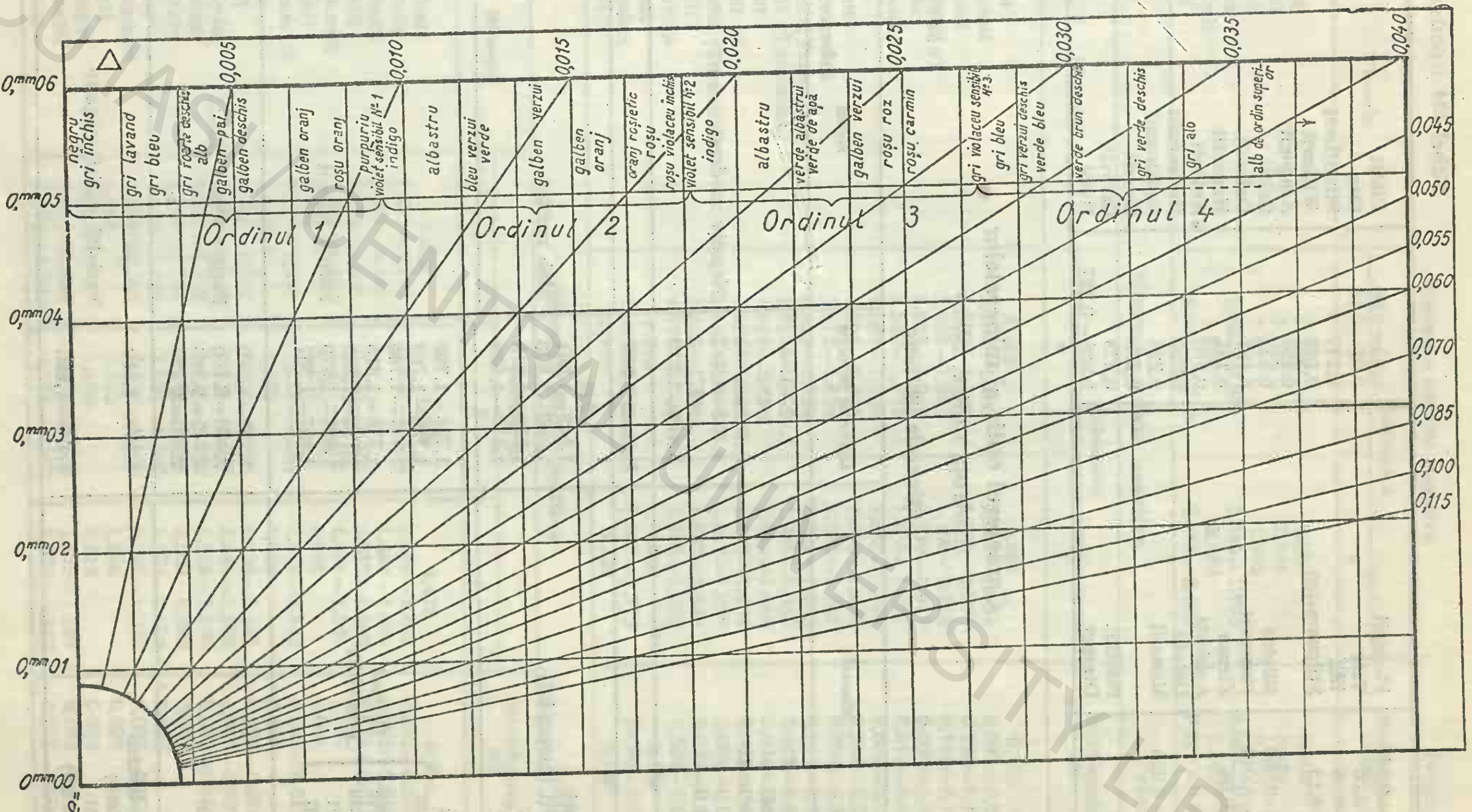


Fig. 461. Tabelul lui Michel Levy.

0,030—0,047	Flogopit	0,05—0,06	Biotit
0,03—0,05	Talc	0,09—0,18	Sfen
0,03—0,05	Illit	0,147	Stronţianit
0,03—0,13	Stilpnomelan	0,148	Witherit
		0,155	Aragonit
0,035—0,050	Olivină	0,172	Calcit
0,038—0,046	Muscovit	0,181	Dolomit
0,04—0,06	Zircon	0,191	Magnetit
0,043	Anhidrit	0,210	Ankerit
0,044	Datolit	0,220	Rodocrozit
0,045—0,055	Monazit	0,228	Smithsonit
		0,273	Siderit
0,048	Pirofilit	0,273	Ceruzit
0,048	Diaspor	0,286—0,287	Rutil

Caracterul optic al mineralelor (izotrop, uniax, biax)

Tabelul 326

Minerale izotrope

Mineral	Indice de refracţie	Relief
Opal	1,40—1,46	Negativ moderat
Fluorină	1,434	
Lechatelierit	1,458—1,462	
Sodalit	1,483—1,487	
Analcit	1,487	
Haüyn	1,496—1,510	
	Balsam 1,537	
Halit	1,544	Slab pozitiv
Halloysit	1,549—1,561	
Antigorit (Serpophit)	1,500—1,570	
Cliachit	1,570—1,610	
Colofan	1,570—1,620	
Periclaz	1,738—1,760	Pozitiv ridicat
Grossular (Grupul granaţilor)	1,736—1,763	
Pirop (Grupul granaţilor)	1,741—1,760	
Almandin (Grupul granaţilor)	1,778—1,815	
Spessartin (Grupul granaţilor)	1,792—1,820	
Uvarovit (Grupul granaţilor)	1,838—1,870	
Andradit (Grupul granaţilor)	1,857—1,887	
Spinel	1,720—1,780	Pozitiv foarte ridicat
Cromit	2,070—2,160	
Perovskit	2,340—2,380	
Blendă	2,370—2,470	
Sticlă vulcanică (Mineraloid)	1,480—1,610	Variabil pozitiv-negativ
Palagonit (Mineraloid)	1,470—1,630	

Minerale uniaxe pozitive

Tabelul 327

Mineralul	Refringența		Birefringența (Δ)
	ω	ε	
Cuarț	1,544	1,553	0,009
Brucit	1,566	1,585	0,019
Alunit	1,572	1,592	0,020
Zircon	1,925—1,931	1,985—1,993	0,060—0,062
Casiterit	1,996	2,093	0,097
Rutil	2,603—2,616	2,889—2,903	0,286—0,287

Minerale uniaxe negative

Tabelul 328

Mineralul	Refringența		Birefringența (Δ)
	ω	ε	
Calcit	1,486	1,658	0,172
Cancrinit	1,496—1,500	1,507—1,524	0,007—0,028
Dolomit	1,500—1,526	1,680 1,716	0,180—0,190
Magnezit	1,509—1,527	1,700—1,726	0,191—0,199
Nefelin	1,527—1,543	1,530—1,547	0,003—0,004
Scapolit	1,540—1,571	1,550—1,607	0,011—0,036
Beril	1,564—1,590	1,568—1,598	0,004—0,008
Siderit	1,596—1,633	1,830—1,875	0,234—0,242
Stilpnomelan	1,612—1,634	1,700—1,745	0,030—0,119
Dravit (Turmalina)	1,613—1,628	1,632—1,655	0,019—0,025
Elbait (Turmalina)	1,615—1,629	1,635—1,655	0,015—0,023
Dahlit	1,619—1,626	1,623—1,635	0,004—0,009
Melilit	1,626—1,629	1,632—1,634	0,005—0,006
Schorlit (Turmalina)	1,628—1,658	1,652—1,698	0,002—0,040
Apatit	1,630—1,651	1,633—1,655	0,003—0,004
Vezuvian	1,701—1,726	1,705—1,732	0,004—0,006
Jarosit	1,715	1,820	0,105
Corindon	1,759—1,763	1,767—1,772	0,008—0,009
Hematit	2,940	3,220	0,280

Minerale biaxe pozitive

Tabelul 329

Mineralul	Refringența			Birefringența (Δ)
	α	β	γ	
Tridimit	1,469	1,469	1,473	0,004
Natrolit	1,473—1,480	1,476—1,482	1,485—1,493	0,012—0,013
Chabazit	1,478—1,485		1,480—1,490	0,002—0,010
Crisotil	1,493—1,546	1,504—1,550	1,517—1,557	0,011—0,014
Heulandit	1,496—1,499	1,497—1,501	1,501—1,505	0,007
Mezolit	1,505	1,505	1,506	0,001
Thomsonit	1,512—1,530	1,513—1,532	1,518—1,542	0,006—0,012
Gips	1,520	1,522	1,529	0,009
Albit	1,525—1,523	1,529—1,536	1,536—1,541	0,009—0,011
Oligoclaz	1,532—1,545	1,536—1,548	1,541—1,552	0,007—0,009
Cordierit	1,532—1,552	1,536—1,562	1,539—1,570	0,007—0,011
Andezin	1,545—1,555	1,548—1,558	1,552—1,562	0,007
Gibbsit	1,554—1,567	1,554—1,567	1,576—1,589	0,022
Labradorit	1,555—1,563	1,558—1,567	1,562—1,571	0,007—0,008
Dickit	1,560	1,562	1,566	0,006
Anhidrit	1,570	1,576	1,614	0,044
Clinoclor	1,571—1,588	1,571—1,588	1,576—1,597	0,004—0,011
Pennin	1,575—1,582	1,576—1,582	1,576—1,583	0,001—0,004

Mineralul	Refringența			Birefringența (Δ)
	α	β	γ	
Proclorit	1,588—1,658	1,589—1,667	1,599—1,667	0,001—0,011
Chondrodit	1,592—1,643	1,602—1,655	1,621—1,670	0,027—0,035
Antofilit	1,598—1,652	1,615—1,662	1,623—1,676	0,016—0,025
Topaz	1,607—1,629	1,610—1,631	1,617—1,638	0,009—0,010
Prehnit	1,615—1,635	1,624—1,642	1,645—1,665	0,020—0,033
Celestină	1,622	1,624	1,631	0,009
Forsterit	1,635—1,640	1,651—1,660	1,670—1,680	0,035—0,040
Baritină	1,636	1,637	1,648	0,012
Cummingtonit	1,639—1,657	1,545—1,669	1,664—1,686	0,025—0,029
Mullit	1,642	1,644	1,654	0,012
Enstatit	1,650—1,665	1,653—1,670	1,658—1,674	0,008—0,009
Diopsid	1,650—1,698	1,657—1,706	1,681—1,727	0,029—0,031
Spodumen	1,651—1,668	1,665—1,675	1,677—1,681	0,013—0,027
Olivină	1,651—1,681	1,670—1,706	1,689—1,718	0,037—0,041
Jadeit	1,655—1,666	1,659—1,674	1,667—1,688	0,012—0,023
Sillimanit	1,657—1,661	1,658—1,670	1,677—1,684	0,020—0,023
Lawsonit	1,665	1,674	1,684	0,019
Inddingsit	1,674—1,730	1,715—1,763	1,718—1,768	0,038—0,044
Augit-egirinic	1,680—1,745	1,687—1,770	1,709—1,782	0,029—0,037
Pigeonit	1,680—1,718	1,698—1,725	1,719—1,744	0,021—0,033
Augit	1,688—1,712	1,701—1,717	1,712—1,737	0,021—0,025
Zoizit	1,696—1,700	1,696—1,703	1,702—1,718	0,006—0,018
Diaspor	1,702	1,722	1,750	0,048
Clinozoizit	1,710—1,723	1,715—1,739	1,719—1,734	0,005—0,011
Cloritoid	1,715—1,724	1,719—1,726	1,731—1,737	0,013—0,016
Hedenbergit	1,732—1,739	1,737—1,745	1,751—1,757	0,018—0,019
Staurolit	1,736—1,747	1,741—1,754	1,746—1,762	0,010—0,015
Piemontit	1,754—1,758	1,764—1,789	1,806—1,832	0,061—0,082
Monazit	1,786—1,800	1,788—1,801	1,837—1,849	0,049—0,051
Sfen	1,887—1,913	1,894—1,991	1,979—2,054	0,092—0,141

Tabelul 330

Minerale biaxe negative

Mineralul	Refringența			Birefringența
	α	β	γ	
Sepiolit	1,490—1 506		1,505—1,526	0,015—0,026
Montmorillonit	1,492	1,513	1,513	0,021
Stilbit	1,494—1,500	1,498—1,504	1,500—1,508	0,006—0,008
Scolecit	1,512	1,519	1,519	0,007
Sanidină	1,517—1,520	1,523—1,525	1,524—1,526	0,007—0,006
Ortoză	1,518	1,524	1,526	0,008
Microclin	1,518—1,522	1,522—1,526	1,525—1,530	0,007—0,008
Anortoză	1,522—1,536	1,526—1,539	1,527—1,541	0,005—0,007
Aragonit	1,530	1,682	1,686	0,156
Oligoclaz	1,532—1,545	1,536—1,548	1,541—1,552	0,007—0,009
Cordierit	1,532—1,552	1,536—1,562	1,539—1,570	0,007—0,011
Hidromuscovit	1,535—1,570		1,565—1,605	0,030—0,035
Talc	1,538—1,545	1,575—1,590	1,575—1,590	0,030—0,050
Biotit	1,541—1,579	1,574—1,638	1,574—1,638	0,033—0,059
Andezin	1,545—1,555	1,548—1,588	1,552—1,562	0,007
Polihalit	1,548	1,562	1,567	0,019
Flogopit	1,551—1,562	1,598—1,606	1,598—1,606	0,044—0,047
Pirofilit	1,552	1,588	1,600	0,048

Tabelul 330 (continuare)

Mineralul	Refringența			Birefringența
	α	β	γ	
Antigorit	1,555—1,564	1,562—1,573	1,562—1,573	0,007—0,009
Muscovit	1,556—1,570	1,587—1,607	1,593—1,611	0,037—0,041
Lepidolit	1,560	1,598	1,605	0,045
Caolinit	1,561	1,565	1,566	0,005
Bytownit	1,563—1,571	1,567—1,577	1,571—1,582	0,008—0,011
Anortit	1,571—1,575	1,577—1,583	1,582—1,588	0,011—0,013
Pennin	1,575—1,582	1,576—1,582	1,576—1,583	0,001—0,004
Glauconit	1,590—1,612	1,609—1,643	1,610—1,644	0,020—0,032
Tremolit-actinot	1,600—1,628	1,613—1,644	1,625—1,655	0,022—0,027
Nefrit	1,600—1,628	1,613—1,644	1,625—1,655	0,022—0,027
Lazurit	1,603—1,604	1,632—1,633	1,639—1,642	0,036—0,038
Hornblendă verde	1,614—1,675	1,618—1,691	1,633—1,701	0,019—0,026
Wollastonit	1,620	1,632	1,634	0,014
Chamosit		1,635		0,007—0,008
Glaucofan	1,621—1,655	1,638—1,664	1,639—1,668	0,0013—0,018
Andaluzit	1,629—1,640	1,633—1,644	1,639—1,647	0,007—0,011
Allanit	1,640—1,770	1,650—1,770	1,660—1,800	0,010—0,030
Monticellit	1,641—1,651	1,646—1,662	1,655—1,663	0,014—0,018
Olivină	1,651—1,681	1,670—1,706	1,689—1,718	0,037—0,041
Grünerit	1,657—1,663	1,684—1,697	1,699—1,717	0,042—0,054
Dumortierit	1,659—1,678	1,684—1,691	1,686—1,692	0,011—0,020
Hornblendă brună	1,670—1,692	1,683—1,730	1,693—1,760	0,026—0,072
Hipersten	1,673—1,715	1,678—1,728	1,683—1,731	0,010—0,016
Iddingsit	1,674—1,730	1,715—1,763	1,718—1,768	0,038—0,044
Axinit	1,678—1,684	1,685—1,692	1,688—1,696	0,010—0,012
Riebeckit	1,693	1,695	1,697	0,004
Disten	1,712	1,720	1,728	0,016
Epidot	1,720—1,734	1,724—1,763	1,734—1,779	0,014—0,045
Egirin	1,720—1,734	1,724—1,763	1,734—1,779	0,014—0,045
Fayalit	1,805—1,835	1,838—1,877	1,847—1,886	0,042—0,051

Tabelul 331

Unghiul axelor optice

2V	Pozitiv	2V	Negativ
0°—mic	Clorit	0°	Stilpnomelan
0°—32°	Pigeonit	0°	Biotit
0°—00°	Zoizit	0°— mic	Clorit
6°—19°	Monazit	0°	Lepidolit
19°—29°	Proclorit	0°—20°	Sanidină
		0°—10°	Flogopit
20°—30°	Sillimanit	0°—33°	Montmorillonit
20°—50°	Sfen	mic	Illit
		6°—30°	Talc
34°	Heulandit	7°	Stronţianit
36°—68°	Cloritoid	8°	Ceruzit
37 1/2°	Baritină	16°	Witherit
		18°	Aragonit
42°	Anhidrit		
40°—70°	Augit	20°—55°	Caolinit
47°—75°	Thomsonit	25°—35°	Laumontit
48°—67°	Topaz	25°—46°	Lepidolit
		29°—47°	Muscovit (în general 40°—45°)
50°—60°	Pectolit		
51°	Celestină	30°—49°	Stilbit
53°—70°	Pargasit	35°—40°	Wollastonit
54°—66°	Spodumen	36°	Scolecit
56°—62°	Diopsid-Hedenbergit	39°—90°	Cordierit
58°	Gips	40°—45°	Muscovit
58°—90°	Enstatit	41°—69°	Glaucofan
59°—90°	Antofilit-Gedrit	43°—83°	Hornblendă bazaltică
60°—70°	Anglezit	45°	Anortoză
60°—90°	Clinozoizit	47°—90°	Olivină (peste 13% Fayalit)
60°—80°	Philipsit		
63°	Natrolit	51°—90°	Hipersten
64°—69°	Prehnit	50°—85°	Ortoză
65°—90°	Cummingtonit	57°	Pirofilit
70° plus	Chondrodit		
79°	Harmotom	60°—90°	Egirin (Acmit)
		66°—90°	Pargasit
80° (var.)	Mezolit	69°—90°	Epidot
81°—90°	Cordierit		
84°	Lawsonit	70°—83°	Axinit
84°	Diaspor	70° plus	Chondrodit
85°—90°	Olivină	74°	Datolit
	(bogată în Mg)	75°—86°	Andaluzit
		79°—90°	Grünerit
		80°—88°	Tremolit—Actinot
		80°—90°	Staurolit
		82°	Disten
		83°	Microclin
		larg	Riebeckit
		variabil	Tridimit

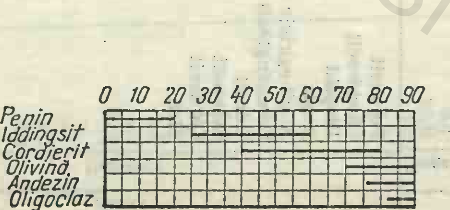


Fig. 462. Diagrame cu domeniile de variație a unghiului axelor optice la mineralele biaxe:
a – minerale biaxe pozitive; *b* – minerale biaxe negative; *c* – minerale biaxe pozitive/negative.

Tabelul 332

Maclele mineralelor transparente în secțiuni subțiri

		Duble	Polisintetice		Ciclice
			După o direcție	După una sau mai multe direcții	
Cubice			Perovskit	Leucit	Grossular
Uniaxe	Pozitive (+)		Rutil Casiterit		Apofilit Rutil
Uniaxe	Negative (−)		Corindon Calcit Dolomit	Cristobalit	Jarosit Apatit
Biaxe	Pozitive	Forsterit Chondrodit Diopsid Augit Augit-egirinic Cummingtonit Edenit Staurolit Cordierit Sfen	Carnalit Gips Baritină Clinohumit Zoizit Pumpellyt Diopsid Hedenbergit Augit Pigeonit Augit-egirinic Jadeit Rodonit Pseudowollastonit Larnit Cummingtonit Cordierit Sfen Clinoclor Albit Oligoclaz Andezin Labradorit Bytownit	Gibbsit Anhidrit Tridimit Chondrodit Lawsonit Cordierit Labradorit Bytownit	Tridimit Staurolit Cordierit Prehnit Chabazit
Biaxe	Negative (−)	Fayalit Spurrit Cordierit Disten Actinot Hornblendă Hastingsit Arfvedsonit Ortoză Sanidină	Baddeleyit Polihalit Stronțianit Lazulit Epidot Egirin Rodonit Spurrit Disten Cordierit Grünerit Tremolit Actinot Hornblendă Margarit Oligoclaz Andezin Bytownit Anortit	Baddeleyit Polihalit Spurrit Cordierit Microclin Anortoză Bytownit Anortit	Aragonit Stronțianit Monticellit Cordierit Dumortierit Stilbit Adular

B. Proprietăţi optice examinate în lumină reflectată

Capacitatea de reflexie a mineralelor

Tabelul 333

Mineralele aranjate în ordinea creşterii valorii reflectivităţii (Valorile sînt date pentru lumină albă plan polarizată (3050 K) în aer cu standard de pirită = 54,5)

Denumirea mineralului	Valoarea medie	Domeniu de variaţie	Diferenţă datorită în principal bireflexiei
1	2	3	4
Coffinit	9,9	—	—
Scheelit	10,0	—	—
Zincit	11,2	—	—
Casiterit	12,0	11,2—42,8	1,6
Cromit	12,1	—	—
Grafit	12,5	6,0—17,0	11,0
Piroclor	13,4	13,0—13,8	0,8
Covelină	14,5	7,0—22,0	15,0
Betafit	14,5	14,0—14,9	0,9
Thorianit	14,6	14,0—15,3	1,3
Brannerit	14,8	13,7—16,0	2,3
Euxenit	15,0	—	—
Pehblendă	16,0	—	—
Uraninit	16,8	—	—
Manganit	17,0	14,0—20,0	6,0
Columbo-tantalit	17,1	16,3—18,0	1,7
Goethit	17,3	16,1—18,5	2,4
Wolframit	17,3	16,2—18,5	2,3
Blendă	17,5	—	—
Hausmanit	17,5	16,0—19,0	3,0
Davidit	17,8	—	—
Calcofanit	18,1	10,2—26,0	15,8
Realgar	18,5	—	—
Jacobsit	18,5	—	—
Braunit	18,8	17,8—19,8	2,0
Ilmenit	19,4	17,8—21,1	3,3
Rutil	20,2	—	—
Lepidocrocit	20,4	15,8—25,0	9,2
Magnetit	21,1	—	—
Bornit	21,9	—	—
Digenit	22,0	—	—
Auripigment	22,6	20,3—25,0	4,7
Bixbyit	23,0	—	—
Alabandină	23,4	—	—
Tenorit	23,4	20,0—26,9	6,9
Psilomelan	23,5	23,0—24,0	1,0
Maghemit	25,0	—	—
Molibdenit	26,0	15,0—37,0	22,0
Proustit	26,4	25,0—27,7	2,7
Enargit	26,5	25,0—28,1	3,1
Famatinit	26,9	25,1—28,7	3,6
Cuprit	27,1	—	—
Stromeyerit	27,1	25,5—28,7	3,2
Hematit	27,5	25,0—30,0	5,0
Stannin	28,0	—	—
Tetraedrit	28,9	—	—
Argentit	29,0	—	—
Coronadit	29,0	26,0—32,0	6,0
Hollandit	29,2	26,0—32,5	6,5
Pirargirit	29,6	28,4—30,8	2,4

1	2	3	4
Freibergit	29,8	—	—
Pearceit	30,1	—	—
Tetraedrit	30,7	—	—
Calcozină	32,2	—	—
Zinkenit	32,3	—	—
Naumanit	32,6	31,0—34,2	3,2
Miargirit	33,9	31,8—36,0	4,2
Bearthderit	35,0	30,0—40,0	10,0
Antimonit (stibină)	35,1	30,2—40,0	9,8
Piroluzit	35,8	30,0—41,5	11,5
Bournonit	37,1	36,0—38,2	2,2
Plumozit	38,0	36,0—40,0	4,0
Hessit	38,5	—	—
Emplectit	38,5	36,0—41,0	5,0
Calcostibit	40,0	37,1—43,0	5,9
Boulangerit	40,6	37,0—44,1	7,1
Cubanit	41,2	40,0—42,5	2,5
Pirotină	41,6	38,0—45,2	7,2
Kobellit	42,1	40,9—43,2	2,3
Galenă	43,2	—	—
Carrollit	44,0	—	—
Calcopirită	44,0	42,0—46,1	4,1
Bismutină	45,4	42,8—48,7	6,7
Bravoit	45,5	—	—
Gersdorfit	47,5	—	—
Ullmannit	47,5	—	—
Siegenit	48,6	47,3—49,8	2,5
Arsen	49,5	48,0—51,0	3,0
Breithauptit	49,9	45,3—54,6	9,3
Maucherit	51,2	—	—
Pentlandit	52,0	—	—
Marcasită	52,2	48,9—55,5	6,6
Glaucodot	52,5	—	—
Cobaltină	52,7	—	—
Arsenopirită	53,7	51,7—55,7	4,0
Löllingit	53,8	53,0—54,7	1,7
Silvanit	54,0	48,0—60,0	12,0
Pirită	54,5	—	—
Nichelină	55,1	52,0—58,3	6,3
Skutterudit	55,8	—	—
Millerit	57,0	54,0—60,0	6,0
Rammelsbergit	59,0	58,0—60,0	2,0
Pararamelsbergit	61,0	60,5—62,0	1,5
Tetradimit	61,5	60,5—62,5	2,0
Discrasit	63,2	62,0—64,5	2,5
Altait	65,5	—	—
Bismut	67,9	—	—
Platină	70,0	—	—
Aur	74,0	—	—
Antimoniu	74,5	72,0—77,1	5,1
Cupru	81,2	—	—
Electrum	83,0	—	—
Argint	95,0	—	—

Microduritatea mineralelor (Vnh)

Mineralele aranjate în ordinea creşterii valorii cifrelor microdurităţii Vickers (Vnh)

Denumirea mineralului	Val. medie	Domeniul de variaţie	Calitatea amprentei	Observaţii
1	2	3	4	5
Grafit	12	12	p.	
Molibdenit	17	16—19	p.	⊥ Faţă de clivaj
Molibdenit	23	21—28		‖ Faţă de clivaj
Bismut	18	16—19	p.cv.	
Tetradimit	21	20—21	sf.cv.	
Argentit	24	20—30	p.cv.	
Hessit	33	28—41	p.cc.	
Auripigment	38	23—52	sf.cc.	
Electrum	40	34—44	p.cc.	
Stromeyerit	41	38—44	p.	
Altait	51	48—57	p.	
Aur	51	50—52	p.cv.	
Argint	53	48—63	p.cv.	
Realgar	56	53—60	p.	
Digenit	61	56—67	p.cc.	
Arsen	63	57—69	p.	
Pirargirit	71	50—97		⊥ Faţă de clivaj
	106	98—126	sf.cc.	‖ Faţă de clivaj
Covelină	72	69—78	sf.cc.cv.	
Galenă	76	71—84	p.	
Piroluzit	76	76	durit. medie	⊥ Faţă de fibre
	252	252	„	‖ „
	279	256—346	sf.cc.	Secţiune izotropă
	292	256—405		Microcristalin
Antimonit (Stibină)	77	42—109	p.	
Calcofanit	81	71—85		⊥ Faţă de clivaj
	124	103—165	sf.	‖ Faţă de clivaj
	133	110—178		Secţiune izotropă
Calcozină	84	68—90	p.cc.cv.	
Antimoniu	89	83—99	p.	
Plumozit (Jamesonit)	99	96—105	p.cc.	Secţiuni granulare alotriomorfe
	113	105—121		Secţiuni prismatice
Bornit	103	97—105	p.cc.	
Bismutit	107	92—119	p.	
Miargirit	110	104—123	sf.cc.	
Silvanit	110	102—125	p.	
Kobellit	116	69—173	p.	
Proustit	123	109—135	p.	
Platină	126	125—127		
Cupru	134	120—143	p.cv.	
Naumanit	148	115—185	p.cc.	
Zincit	154	150—157		Faţă de clivaj
	304	295—318		Faţă de clivaj
Pearceit	160	153—164	sf.cv.	
Enargit	160	133—185	sf.	Faţă de clivaj
	272	245—346		Faţă de clivaj
Boulangerit	166	157—183	p.	
Discrasit	167	162—178	p.	
Bertierit	171	155—185	sf.	
Zinkenit	178	162—207	sf.	

1	2	3	4	5
Emplectit	191 222	168—213 197—238	p.cc.	Faţă de alungire Faţă de alungire
Bournonit	192	185—199	sf.	
Calcopirită	194	186—219	p.	
Blendă	198	186—209	p.cc.	
Cuprit	199	192—218	p.	
Stannin	210	197—221	sf.	
Cubanit	213	199—218	sf.	
Pentlandit	215	202—230	p.cc.	
Tenorit	236	209—254	p.cc.	
Millerit	236 254 348	225—256 235—280 318—376	p.	Secţiune izotropă Faţă de alungire Faţă de alungire
Pirotină	248 303	230—259 280—318	p.	Secţiuni anizotrope Secţiuni anizotrope
Alabandină	251	240—266	p.cc.	
Coffinit	258	236—333	p.	
Calcostibit	276	264—285	sf.	
Nichelină	336 446	328—348 433—455	p.	Secţiuni anizotrope Secţiuni izotrope
Tennantit	338	320—361	p.	
Freibergit	345	317—375	sf.	
Scheelit	348	285—429	f.	
Tetraedrit	351	328—367	sf.	
Famatinit	363	333—397	sf.	
Wolframit	373	357—394	p.cc.	
Manganit	410	367—459	p.	
Carrollit	463	351—566	p.	
Löllingit	486 825	421—556 739—920	p.	⊥ Faţă de alungire ∥ Faţă de alungire
Siegenit	524	503—533	sf.	
Ullmannit	525	498—542	sf.	
Betafit	525	503—560	p.	
Ilmenit	536 681	519—533 659—703	sf.cc.cv.	Diferenţe posibile în compoziţie
Goethit	554 803	525—620 772—824	sf.	Microcristalin Cristalin grosier
Magnetit	560	530—599	p.	
Breithauptit	563	542—584	p.	
Psilomelan	572	503—627	p.cc.	
Hausmanit	587	541—613	sf.cc.cv.	
Braunit	595	584—605	p.	
Piroclor	613	572—665	sf.	
Hollandit	620	560—724	p.	
Skutterudit	653	589—724	p.	
Gersdorfit	698	665—743	sf.	
Maucherit	704	605—724	p.	
Euxenit	707	599—782	p.	
Rammelsbergit	712	687—778	sf.	
Brannerit	720	710—730	p.	
Pehblendă	720	673—803	f.	Probe proaspete, oxidarea produce o creştere marcată a durităţii
Lepidocrocit	724	690—782	sf.	
Jacobsit	734	724—745	p.	

1	2	3	4	5
Davidit	745	707—803	p.	
Hematit	{ 755	{739—822	sf.	Microcristalin
	{1,009	{920—1,062		Cristalin grosier
Pararammelsbergit	772	762—803	sf.	
Coronadit	784	767—813	f.	
Columbotantalit	803	724—882	p.	
Uraninit	808	782—839	f.	
Maghemit	946	894—988	p.	
Bixbyit	1,018	1,003—1,033	p.	
Thorianit	1,918	988—1,115	f.	
Casiterit	1,053	1,027—1,075	p.	
Arsenopirită (mispichel)	1,094	1,048—1,127	sf.	
Bravoit	1,097	1,003—1,288	f.	
Marcasită	1,113	941—1,288	sf.	
Glaucodot	1,124	1,071—1,166	sf.	
Rutil	1,139	1,074—1,210	p.	
Pirită	1,165	1,027—1,240	f.	
Cobaltină	1,200	1,176—1,226	sf.	
Cromit	1,206	1,195—1,210	p.	

* p = perfect, sf = fracturat ușor, f = fracturat, cc = concav, cv = convex. Se referă al forma marginilor amprentelor a căror curbură este marcată.

Fig. 463. Diagrama de identificare a mineralelor opace pe baza valorilor capacității de reflexie (R%) și a microdurității Vickers (Vnh) — după Bowie, Taylor.

Culoarea mineralelor opace

Culoarea mineralelor opace în secţiuni lustruite

Tabelul 335

Alb	Crem	Cenuşiu	Brun sau brun-roşcat	Galben	Roz	Albastru	Verde
Argentit	Arsenopirită	Alabandină	Bornit	Aur	Bornit	Berzelianit	Tennantit
Argint	Bismutină	Argentit	Bravoit	Bismut	Breithauptit	Calcozină	Tetraedrit
Arsen	Bravoit	Auripigment	Calcopirită	Bravoit	Cobaltină	Covelină	Stannin
Arsenopirită	Cubanit	Berzelianit	Geikielit	Calaverit	Cupru nativ	Cuprit	
Bertherit	Linneit	Blendă	Germanit	Calcopirită	Delafossit	Digenit	
Bismut	Löllingit	Bournonit	Ilmenit	Cubanit	Enargit	Ludwigit	
Bismutină	Maucherit	Brannerit	Pirofanit	Electrum	Germanit	Pirargirit	
Calaverit	Metacinabarit	Casiterit	Renierit	Gersdorfit	Ilvait	Proustit	
Calcozină	Nichelină	Cinabru	Zincit	Maucherit	Linneit		
Cobaltină	Pentlandit	Cromit		Marcasită	Maucherit		
Delafossit	Pirotină	Cupru		Melnicovit	Nichelină		
Discrasit	Valleriit	Davidit		Millerit	Petzit		
Enargit	Wolframit	Franklinit		Nichelină	Pirotină		
Galenă		Geikielit		Pentlandit	Stefanit		
Glaucodot		Goethit		Pirită	Valleriit		
Grafit		Greenockit		Tenorit			
Hematit		Hematit					
Jamesonit		Hübnerit					
Linneit		Ilmenit					
Löllingit		Lepidocrocit					
Maghemit		Maghemit					
Molibdenit		Magnetit					
Petzit		Metacinabarit					
Platină		Molibdenit					
Rammelsbergit		Perovskit					
Rutil		Piroclor					
Safflorit		Pirofanit					
Skutterudit		Realgar					
Stibină		Rutil					
Tenorit		Scheelit					
Tungstenit		Stannin					
		Stefanit					
		Sulf					
		Tenorit					
		Tetraedrit					
		Uraninit					
		Zincit					
		Wolframit					

Tabelul 336

Reflexele interne ale mineralelor opace

Roşu	Brun-roşcat	Brun-gălbui portocaliu	Galben	Verde	Alb
Blendă	Blendă	Piroclor	Auripigment	Alabandină	Auripigment
Boulangerit	Casiterit	Pseudobrookit	Blendă	Malachit	Perovskit
Casiterit	Cromit	Realgar	Casiterit	Rutil	Scheelit
Cinabru	Goethit	Xantoconit	Goethit		
Columbit	Greenockit*	Zincit	Greenockit*		
Cuprit	Hauerit		Hübnerit		
Franklinit	Hausmanit		Kerargirit		
Freieslebenit	Hübnerit		Piroclor		
Greenockit*	Ilmenit		Proustit		
Hauerit	Jacobsit		Rutil		
Hematit	Lepidocrocit		Scheelit		
Ilvait	Perovskit		Wurtzit		
Kermesit	Piroclor		Xantoconit		
Lepidocrocit	Plattnerit		Zincit		
Manganit	Pseudobrookit				
Pearceit	Psilomelan				
Pirargirit	Realgar				
Plattnerit	Rutil				
Polibazit	Scheelit				
Proustit	Wurtzit				
Rutil					
Samsonit					
Tantalit					
Tennantit					
Tetraedrit					
Vrbait					
Wolframit					
Zincit					

* Observabile mai ales în imersie.

Izotropia și anizotropia mineralelor opace

Tabelul 337

Minerale opace izotrope

Capacitatea de reflexie		
Mare (R>41%)	Medie(R=41%–18%)	Mică (R<18%)
Altait	Alabandină	Brannerit
Argint	Berzelianit	Bromirit
Aur	Blendă	Cromit
Bravoit	Bornit	Davidit
Carrollit	Bravoit	Franklinit
Clausthalit	Calcozină	Kerargirit
Cupru	Coloradoit	Perovskit
Fier	Coulsonit	Piroclor
Galenă	Germanit	Titanomagnetit
Gersdorfit	Greenockit	Uraninit
Iridosmiu	Hauerit	
Linneit	Jacobsit	
Maldonit	Maghemit	
Pentlandit	Magnetit	
Pirită	Petzit	
Platină	Sulvanit	
Siegenit	Tennantit	
Skutterudit	Tetraedrit	
Sperylit	Tiemannit	
Ullmannit		

Tabelul 338

Minerale opace anizotrope

Gradul de anizotropie		
Puternic	Distinct	Slab
Algodonit	Aikinit	Argirodit
Arsenopirită	Argentit	Calcopirită
Auripigment	Bournonit	Calcozină
Berthierit	Braunit	Cobaltină
Bismut	Bursait	Cosalit
Bismutină	Calaverit	Discrasit
Boulangerit	Casiterit	Maucherit
Breithauptit	Columbit	Wittichenit
Cinabru	Csiklovait	Wurtzit
Covelină	Cuprit	
Cubanit	Delafossit	
Emplectit	Emplectit	
Enargit	Fülöppit	
Freieslebenit	Glaucodot	
Galenobismutină	Goethit	
Geikielit	Hessit	
Grafit	Hutchinsonit	
Hausmanit	Jordanit	
Hematit	Lillianit	

Gradul de anizotropie		
Puternic	**Distinct**	**Slab**
Ilmenit	Matildit	
Ilvait	Nagyagit	
Jordanit	Pearceit	
Kermesit	Plagionit	
Klockmannit	Plattnerit	
Krennerit	Polibasit	
Lepidocrocit	Proustit	
Löllingit	Psilomelan	
Ludwigit	Rammelsbergit	
Luzonit	Renierit	
Mackinawit	Stannin	
Manganit	Tantalit	
Marcasită	Tenorit	
Millerit	Tetradimit	
Molibdenit	Wolframit	
Nichelină		
Pirargirit		
Piroluzit		
Pirotină		
Realgar		
Rutil		
Safflorit		
Semseyit		
Silvanit		
Stefanit		
Sternbergit		
Stibină		
Stromeyerit		
Tapiolit		
Tennantit		
Tungstenit		
Valleriit		

II. PROPRIETĂȚILE FIZICE (MACROSCOPICE) ALE MINERALELOR

Greutatea specifică a mineralelor

Tabelul 339

Greutatea specifică a mineralelor

G	Denumirea mineralului	G	Denumirea mineralului
1,71	Borax	3,89—4,19	Willemit
1,99—2,25	Opal	3,9—4,1	Blendă
2,05—2,15	Chabazit	3,94—4,71	Zircon
2,07	Sulf	3,95—4,32	Almandin
2,1—2,2	Stilbit	3,96—3,98	Celestină
2,1—2,2	Grafit	3,98	Wurtzit
2,17	Halit	4,0—4,1	Corindon
2,2	Heulandit	4,0—4,5	Smithsonit
2,25	Natrolit	4,1—4,3	Calcopirită
2,28—2,30	Sodalit	4,12—4,20	Spessartin
2,3	Analcit	4,20—4,25	Rutil
2,32	Gips	4,29	Witherit
2,3—2,4	Apofilit	4,3	Manganit
2,36	Wavellit	4,3—4,6	Barițină
2,39	Brucit	4,4—4,5	Enargit
2,4—2,5	Lazurit	4,4—5,0	Piroluzit
2,45—2,50	Leucit	4,6—4,65	Pirotină
2,42	Colemenit	4,6—4,7	Molibdenit
2,44—2,50	Harmoton	4,6—4,76	Covelină
2,5—2,6	Serpentină	4,6—4,9	Tennantit
2,55—2,65	Nefelin	4,6—5,4	Monazit
2,55—2,75	Cordierit	4,63	Stibină
2,56—2,59	Microclin	4,7	Ilmenit
2,56—2,59	Ortoză	4,89	Marcasită
2,6—2,8	Scapolit	4,7—5,1	Tetraedrit
2,62	Albit	5,02	Pirită
2,65	Cuarț	5,07	Bornit
2,65	Oligoclaz	5,15—6,57	Columbit
2,67—2,90	Beril	5,18	Magnetit
2,68	Vivianit	5,3	Hematit
2,7—2,9	Clorit	5,5	Millerit
2,71	Calcit	5,5—5,8	Calcozină
2,71	Labradorit	5,55	Proustit
2,73	Bytownit	5,83	Bournonit
2,76	Anortit	5,85	Pirargirit
2,8—2,9	Muscovit	5,9—6,1	Scheelit
2,8—2,9	Lepidolit	6,0	Crocoit
2,80—2,95	Prehnit	6,07	Arsenopirită
2,8—3,0	Datolit	6,1—6,9	Skutterudit
2,8—3,0	Dolomit	6,14	Cuprit
3,65—3,80	Pirop	6,33	Cobaltină
3,7—3,8	Staurolit	6,36—6,39	Anglezit
3,71—3,75	Crisoberil	6,5—7,0	Wulfenit
3,72—3,76	Stronțianit	6,5—7,1	Vanadirit
3,77	Azurit	6,5—9,7	Uraninit
3,8—3,9	Siderit	6,55	Ceruzit
3,80—4,39	Fayalit	6,57—8,00	Tantalit
3,82—3,90	Andradit	6,7	Stibiu

G	Denumirea mineralului	G	Denumirea mineralului
6,8—7,1	Casiterit	7,58	Galenă
7,04	Piromorfit	8,1	Cinabru
7,1	Hübnerit	8,95	Cupru
7,2—7,4	Argentit	9,7—9,8	Bismut
7,3	Wolframit	10—11	Argint
7,4	Löllingit	14—19	Platină
7,5	Ferberit	15—19	Aur

Duritatea (Mohs) mineralelor

Tabelul 340

Mineralele aranjate în ordinea creşterii durităţii prin zgîriere (Mohs)

Duritatea (Mohs)	Denumirea mineralului	Duritatea (Mohs)	Denumirea mineralului
1	Talc	$2^1/_2$—4	Muscovit !
1—2	Grafit	$2^1/_2$—5	Serpentină
1—$1^1/_2$	Molibdenit	3	Enargit
$1^1/_2$—2	Covelină	3	Bornit
$1^1/_2$—2	Realgar	3	Ceruzit
$1^1/_2$—2	Auripigment	3	Olivină
$1^1/_2$—2	Vivianit	3—$3^1/_4$	Calcit
$1^1/_2$—$2^1/_2$	Sulf	3—$3^1/_2$	Stibină
$1^1/_2$—$2^1/_2$	Eritrină	3—$3^1/_2$	Millerit
2	Stibină	3—$3^1/_2$	Witherit
2	Gips	3—$3^1/_2$	Baritină
2—$2^1/_2$	Proustit	3—$3^1/_2$	Celestină
2—$2^1/_2$	Cinabru	3—4	Heulandit
2—$2^1/_2$	Argentit	3—$4^1/_2$	Tetraedrit
2—$2^1/_2$	Bismut	$3^1/_2$	Arsen
2—$2^1/_2$	Autunit	$3^1/_2$	Stronţianit
2—$2^1/_2$	Torbernit	$3^1/_2$—4	Blendă
2—$2^1/_2$	Clorit	$3^1/_2$—4	Calcopirită
$2^1/_2$	Galenă	$3^1/_2$—4	Wurtzit
$2^1/_2$	Pirargirit	$3^1/_2$—4	Cuprit
$2^1/_2$	Halit	$3^1/_2$—4	Siderit
$2^1/_2$	Brucit	$3^1/_2$—4	Rodocrozit
$2^1/_2$—3	Aur	$3^1/_2$—4	Dolomit
$2^1/_2$—3	Argint	$3^1/_2$—4	Malachit
$2^1/_2$—3	Cupru	$3^1/_2$—4	Azurit
$2^1/_2$—3	Bournonit	$3^1/_2$—4	Wavellit
$2^1/_2$—3	Calcozină	$3^1/_2$—4	Piromorfit
$2^1/_2$—3	Anglezit	$3^1/_2$—$4^1/_2$	Pirotină
$2^1/_2$—3	Crocoit	4	Manganit
$2^1/_2$—3	Vanadinit	4	Fluorină
$2^1/_2$—3	Wulfenit	4	Aragonit
$2^1/_2$—3	Biotit	4	Chabazit
$2^1/_2$—3	Lepidolit	4	Stibină

Duritatea (Mohs)	Denumirea mineralului	Duritatea (Mohs)	Denumirea mineralului
$4-4^1/_2$	Platină	6	Sfen
$4-4^1/_2$	Smithsonit	$6-6^1/_2$	Marcasită
$4-4^1/_2$	Wolframit	$6-6^1/_2$	Pirită
$4^1/_2$	Colemanit	$6-6^1/_2$	Columbit
$4^1/_2$	Hemimorfit	$6-6^1/_2$	Tantalit
$4^1/_2$	Harmoton	$6-6^1/_2$	Rutil
$4^1/_2-5$	Scheelit	$6-6^1/_2$	Piroluzit
$4^1/_2-5$	Apofilit	$6-6^1/_2$	Benitoit
$4^1/_2-6^1/_2$	Disten	$6-7$	Casiterit
5	Apatit	$6-7$	Zircon
5	Dioptaz	$6^1/_2$	Hematit
5	Analcit	$6^1/_2$	Microclin
$5-5^1/_2$	Goethit	$6^1/_2$	Jadeit
$5-5^1/_2$	Monazit	$6^1/_2$	Vezuvian
$5-5^1/_2$	Lazurit	$6^1/_2$	Andradit
$5-6$	Ilmenit	$6^1/_2$	Prehnit
$5-6$	Uraninit	$6^1/_2-7$	Diaspor
$5-6$	Actinot	$6^1/_2-7$	Axinit
$5-6$	Tremolit	$6^1/_2-7^1/_2$	Spodumen
$5^1/_2$	Cobaltină	7	Cuarț
$5^1/_2$	Löllingit	7	Cordierit
$5^1/_2$	Datolit	7	Danburit
$5^1/_2$	Willemit	7	Epidot
$5^1/_2-6$	Arsenopirită	7	Clinozoizit
$5^1/_2-6$	Skutterudit	7	Staurolit
$5^1/_2-6$	Lazulit	7	Grossular
$5^1/_2-6$	Natrolit	$7^1/_4$	Pirop
$5^1/_2-6$	Leucit	$7^1/_4$	Spessartin
$5^1/_2-6^1/_2$	Opal	$7^1/_2$	Andaluzit
6	Magnetit	$7^1/_2$	Turmalină
6	Ortoză	$7^1/_2$	Almandin
6	Albit	$7^1/_2-8$	Fenacit
6	Nefelin	8	Spinel
6	Sodalit	8	Topaz
6	Scapolit	8	Beril
6	Hornblendă	$8^1/_2$	Crisoberil
6	Diopsid	9	Corindon
6	Rodonit	10	Diamant
6	Olivină		

Tabelul 341

Gruparea mineralelor pe baza proprietăţilor magnetice (după W. H. Twenhofel şi S. H. Tyler)

Puternic magnetice	Moderat magnetice	Slab magnetice	Nemagnetice
magnetit	amfibol (bogat în Fe)	amfibol (sărac în fier)	anatas
hematit magnetic	biotit	biotit	andaluzit
ilmenit magnetic	cromit	epidot	anhidrit
pirotină	granat	granat	baritină
	glauconit	monazit	brookit
	hematit	olivină	calcit
	ilmenit	piroxen	caolin
	piroxen (bogat Fe)	rutil	casiterit
	siderit	spinel	cordierit
		staurolit	corindon
		turmalină	cuarţ
			disten
			gips
			grafit
			leucoxen
			muscovit
			pirită
			rutil
			sillimanit
			spinel
			zircon

Tabelul 342

Susceptibilităţile magnetice ale principalelor minerale diamagnetice, paramagnetice şi feromagnetice (din Parfenoff, 1970)

Mineralul	Susceptibilitate magnetică $x.10^{-6}$ uem	Mineralul	Susceptibilitate magnetică $x.10^{-6}$ uem
Apatit	−2,64	Sfen	10−22
Gips	−1,0	Pleonast (var. spinel)	10−25
Cuarţ	−0,46	Grossular Fe	13−47
Topaz	−0,42	Hedenbergit	15−25
Aragonit	−0,41	Actinot	15−25
Calcit	−0,38	Olivină	15−35
Ortoză	−0,37	Monazit	18,9
Corindon	−0,34	Hornblendă	19−23
Clestină	−0,34	Goethit	21−25
Baritină	−0,31	Pirop	21−50

Mineralul	Susceptibilitate magnetică x·10^{-6} uem	Mineralul	Susceptibilitate magnetică x·10^{-6} uem
Fluorină	−0,28	Epidot	23,9
Casiterit	−0,08	Schorlomit (var. granat)	25—31
		Piroluzit	25—32
Disten	−0,01	Piroxeni Fe	26—130
Zircon	−0,13	Biotit	28—45
Pirită	−0,21	Melanit	36
Spinel	−0,62	Hornblendă Fe	38—130
Beril	−0,68	Andradit	51—93
Dolomit	−0,92	Almandin	51—120
Marcasită	1,0—4,0	Cromit	53—125
Muscovit	1,0—4,0	Siderit	56—64
Rutil	2,0—15,0	Ilmenit	113—271
Pirop ferifer	10—20	Hematit	172—290
Grossular	10—20		
Schorlit (var. turmalină)	10—22	Pirotină	1 500—6 100
		Magnetit	20 000—80 000

Luciul și culoarea macroscopică a mineralelor

Tabelul 343

Luciul și culoarea macroscopică a mineralelor

LUCIU METALIC

Alb de staniu sau argintiu: argint, stibiu, arsen, allemontit, mercur, arsenopirită, löllingit, bismut, cobaltină, skutterudit, smaltină.
Alb-atgintiu-cenușiu: galenă, stibină.
Cenușiu de oțel: platină, bournonit.
Cenușiu-albăstrui: galenă, molibdenit, stibină.
Cenușiu-închis: platină, enargit, grafit, calcozină, covelină, bornit.
Roșu de cupru: cupru.
Roșu-cenușiu: bornit.
Galben-bronziu: calcopirită, pirită, marcasită, pirotină, millerit.
Galben-auriu: aur, calcopirită.

LUCIU SEMIMETALIC

Negru: hematit, ilmenit, rutil, uraninit, manganit, wolframit, goethit, magnetit, grafit enargit, tantalit, columbit, piroluzit, calcozină.
Negru-roșcat sau cafeniu: rutil, goethit, tantalit, hübnerit.
Roșu-negricios: rutil pirargirit.

LUCIU ADAMANTIN

Negru: casiterit, rutil, zircon, blendă, diamant.
Alb sau incolor: diamant, ceruzit, zircon, casiterit, scheelit, anglezit.
Cafeniu: sfen, monazit, zircon, vanadinit, wulfenit, casiterit, blendă, rutil, diamant, ceruzit, scheelit.

Roşu-cafeniu: rutil, monazit, blendă, zircon, vanadinit, cuprit.
Roşu: realgar, cinabru, cuprit, rutil, vanadinit.
Portocaliu: crocoit, zircon, wulfenit, scheelit, mimetit, auripigment.
Galben: sfen, wulfenit, blendă, auripigment, rutil.
Verde: zircon, andradit, vanadinit, sfen, blendă.

LUCIU GRAS

Alb sau incolor: apatit, nefelin, witherit, halit, gips.
Negru-cafeniu: wurtzit.
Cafeniu: axinit, willemit, serpentină, piromorfit.
Portocaliu sau galben: sulf, auripigment, blendă, willemit, serpentină.
Verde: willemit, apatit, piromorfit, serpentină.
Albastru: sodalit.

LUCIU STICLOS

Negru: spinel, cuarţ, opal, hornblendă, turmalină, olivină, andradit, fayalit.
Cenuşiu: corindon, smithsonit, stronţianit, kernit, wavellit, cuarţ, grossular.
Alb sau incolor: corindon, diaspor, fluorină, calcit, dolomit, smithsonit, hemimorfit, aragonit, stronţianit, kernit, ulexit, colemanit, baritină, celestină, gips, leucit, albit, opal, cuarţ, microclin, scapolit, stilbit, analcit, natrolit, tremolit, jadeit, beril, forsterit, topaz, grossular.
Cenuşiu: corindon, diaspor, crisoberil, calcit, siderit, smithsonit, andradit, dolomit, baritină, cuarţ, opal, stilbit, axinit, turmalină, epidot, clinozoizit, fayalit, andaluzit, topaz, staurolit, almandin, grossular.
Roşu: corindon, diaspor, spinel, fluorină, turmalină, rodocrozit, opal, andaluzit, almandin, spessartin, grossular, microclin, scapolit, chabasit, beril.
Portocaliu: corindon, calcit, stilbit, topaz, spessartin.
Galben: corindon, crisoberil, fluorină, calcit, smithsonit, aragonit, colemanit, baritină, apatit, cuarţ, opal, ortoclaz, scapolit, spodumen, beril, topaz, andradit, datolit.
Verde: corindon, spinel, crisoberil, fluorină, smithsonit, vivianit, beril, olivenit, adamit, apatit, wavellit, opal, microclin, tremolit, actinot, fayalit, olivină, epidot, vezuvian, turmalină, dioptaz, jadeit, spodumen, grossular, andaluzit, datolit, andradit.
Albastru: corindon, spinel, fluorină, smithsonit, azurit, baritină, celestină, vivianit, apatit, lazulit, scorzalit, sodalit, benitoit, beril, turmalină, disten, topaz.
Purpuriu şi violet: corindon, diaspor, spinel, fluorină, vivianit, strengit, apatit, cuarţ, spodumen, cordierit, disten.

LUCIU SIDEFOS

Alb sau incolor: brucit, gips, apofilit, stilbit, heulandit, muscovit, albit.
Cafeniu: stilbit, muscovit, biotit.
Roşu: eritrină.
Galben-verzui: torbernit, autunit.
Albastru: disten.
Purpuriu: vivianit.

LUCIU MĂTĂSOS

Albastru: goethit, hematit.
Alb: ulexit, gips, scapolit, tremolit, pectolit, aragonit, calcit, ceruzit, kernit, apatit.
Cafeniu: baritină, calcit.

Roz: scapolit, gips.
Galben: cuarţ (ochi de tigru), serpentină (crisotil), gips.
Verde: malachit, actinot, prehnit, wavellit, serpentină, turmalină, diopsid.
Albastru: cuarţ (substituind crocidolitul).

LUCIU DE CEARĂ

Albastru: turcoază.
Verde: turcoază, variscit, opal.

LUCIU PĂMÎNTOS

Negru: grafit, piroluzit, uraninit, magnetit, goethit.
Alb: minerale argiloase, anglezit (asociat cu galena).
Cafeniu: goethit, descloizit, staurolit, andaluzit (chiastolit).
Roşu: hematit.
Verde: variscit, turcoază, annabergit, clorit.
Albastru: lazurit.

Habitusul mineralelor

Tabelul 344

Habitusul cristalelor

SISTEMUL CUBIC

Cub: galenă, pirită, argentit, cuprit, uraninit, hialit, fluorină, diamant.
Octaedru: diamant, aur, cuprit, spinel, magnetit, franklinit, fluorină.
Dodecaedru: cupru, magnetit, lazurit, granat, diamant.
Piritoedru: pirită, cobaltină.
Trapezoedru: analcit, granat.
Forme compacte, pepite, dendritic: aur, argint, cupru, platină, argentit, bornit, skutterudit, smaltină, cloantit, uraninit, sodalit, lazurit.

SISTEMUL TETRAGONAL

Bipiramidă pătratică: casiterit, scheelit, wulfenit, apofilit, zircon, .
Prisme pătratice: apofilit, scapolit, vezuvian, zircon.
Tetraedru: calcopirită.
Prismă tabulară: torbernit, autunit, wulfenit.
Pseudotrapezoedru: leucit.
Pseudocub: apofilit.
Forme compacte: piroluzit, casiterit.

SISTEMUL HEXAGONAL

Prismă hexagonală: pirargirit, proustit, corindon, apatit, piromorfit, mimetit, vanadinit, cuarţ, beril, calcit, millerit.
Bipiramidă hexagonală: corindon.
Hexagonal tabular: molibdenit, pirotină, covelină, corindon, hematit, beril, ilmenit, apatit.
Prisme hexagonale: wurtzit.

SISTEMUL TRIGONAL
Romboedru: cinabru, hematit, calcit, siderit, dolomit, chabazit.
Scalenoedru: calcit, rodocrozit, smithsonit.
Prismă trigonală: dioptaz, turmalină, willemit.
Trigonal tabular: benitoit, fenacit.
Masiv: arsen, allemontit, bismut, stibiu, brucit.
SISTEMUL ROMBIC
Prismă: löllingit, enargit, bournonit, crisoberil, aragonit, ceruzit, baritină, anglezit, adamit, wavellit, danburit, natrolit, stibină.
Prismatic bipiramidal: sulf, olivină, andaluzit, topaz, staurolit.
Tabular: sulf, calcozină, marcasită, enargit, hemimorfit, columbit, tantalit, stronțianit, baritină, celestină, anglezit.
Lamelar: diaspor, goethit, stronțianit.
Pseudohexagonal tabular: calcozină, crisoberil, ceruzit, witherit, aragonit.
Tabular dințat: bournonit.
Acicular: descloizit, mottramit.
Masiv: goethit, variscit, wavellit, cordierit, olivină, prehnit.
SISTEMUL MONOCLINIC
Prismă: realgar, manganit, azurit, kernit, gips, vivianit, tremolit, actinot, spodumen, epidot, clinozoizit.
Columnar: wolframit, ortoză, hornblendă, diopsid.
Lamelar: vivianit, eritrină, hübnerit, tremolit, sfen.
Ascuțit: auripigment, azurit, gips, monazit, wolframit, sfen.
Acicular: tremolit, actinot, crocoit.
Pseudoromboedric: mispichel, colemanit, datolit.
Pseudobipiramidal: lazulit.
Pseudohexagonal tabular: muscovit, flogopit, biotit, lepidolit, clorit.
Masiv: malachit, annabergit, scorzalit, serpentină, actinot, jadeit.
SISTEMUL TRICLINIC
Columnar: microclin, rodonit.
Lamelar: albit, disten.
Ascuțit: axinit.
Masiv: ulexit, pectolit, turcoază, rodonit.

Punctele de topire ale mineralelor

Tabelul 345

Punctele de topire ale mineralelor

Mineral	Compoziție	Punct de topire °C	Observații
Kerargirit	$AgCl$	455	
Bromirit	$AgBr$	422	
Fluorină	CaF_2	1 378	
Hidrofilit	$KClCaCl_2$	754	
Criolit	Na_3AlF_6	1 020	
Calcit	$CaCO_3$	1 339	(la 1 025 atm CO_2)
Witherit	$BaCO_3$	1 740	(la 90 atm CO_2)
Stronțianit	$SrCO_3$	1 479	(la 60 atm CO_2)
Sassolit	H_3BO_3	171	(incongruent, HBO_2+lichid
Thenardit	Na_2SO_4	885	
Baritină	$BaSO_4$	1 580	cu descompunere
Celestină	$SrSO_4$	1 605	cu descompunere
Anhidrit	$CaSO_4$	1 450	cu descompunere
Langheinit	$K_2Mg_2(SO_4)_3$	930	
Apatit	$Ca_{10}(PO_4)_6ClF$	1 270	
Fluorapatit	$Ca_5(PO_4)_3F$	1 660	
Clorapatit	$Ca_5(PO_4)Cl$	1 580	
Wulfenit	$PbMoO_4$	1 065	
Cristobalit	SiO_2	1 710	
Willemit	Zn_2SiO_4	1 512	
Forsterit	Mg_2SiO_4	1 890	
Fayalit	Fe_2SiO_4	1 205	
Tefroit	Mn_2SiO_4	1 340	incongruent, MnO+lichid
Monticellit	$CaMgSiO_4$	1 503	incongruent, periclaz + lichid
Larnit	Ca_2SiO_4	2 130	
Spurrit	$CaCO_3 \cdot 2Ca_2SiO_4$	1 380	(122 atm CO_2)
Zircon	$ZrSiO_4$	2 430	
Sfen	$CaSiTiO_5$	1 382	
Rodonit	$Mn[Si_5O_{11}]$	2 197	incongruent, tridimit + lichid
Pseudowollastonit	$Ca[Si_3O_9]$	1 540	
Beril	$Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$	1 420	
Cordierit	$Al_3(Mg, Fe)[AlSi_5O_{18}]$	1 470	incongruent, mullit + lichid
Mullit	$3Al_2O_3 2SiO_2$	1 810	incongruent, corindon + lichid
Clinoenstatit	$MgSiO_3$	1 557	incongruent, forsterit + lichid 60,9% SiO_2
Diopsid	$CaMg(SiO_3)_2$	1 391	
Spodumen	$LiAlSi_2O_6$	1 420	
Gehlenit	$Ca_2AlSi_2O_7$	1 590	
Akermanit	$Ca_2MgSi_2O_7$	1 458	
Kaliofilit	$K[AlSiO_4]$	1 755	
Petalit	$Li[AlSi_4O_{10}]$	680	incongruent, — spodumen + sticlă
Leucit	$K[Al_2Si_2O_6]$	1 689	
Ortoză	$K[AlSi_3O_8]$	1 170	incongruent, leucit + lichid

Mineralul	Compoziție	Punct de topire °C	Observații
Ortoză	$K[AlSi_3O_8]$	1 000	pH_2O=2 000 kg/cm²
Celsian	$Ba[Al_2Si_2O_8]$	1 700	
Albit	$Na[AlSi_3O_8]$	1 118	
Albit	$Na[AlSi_3O_8]$	840	pH_2O=2 000 kg/cm²
Anortit	$Ca[Al_2Si_2O_8]$	1 550	
Cancrinit	$CaCO_3\ 6NaAlSiO_4$	1 190	incongruent, (107 atm CO_2), nefelin + lichid

Temperaturile de disociere și descompunere ale mineralelor

Tabelul 346

Temperaturi de disociere și descompunere ale mineralelor

Mineral	Compoziție	T°C	Condiții	Produse
Cubanit	$CuFeS_2$	235		calcopirită+ calcopirotină
Pirită	FeS_2	dis. 690	1 atm S	FeSr+S
Löllingit	$FeAs_2$	desc. 735	1 atm	FeAs+As vapori
Brucit	$Mg(OH)_2$	900	pH_2O=17,500 pse	$MgO+H_2O$
Goethit	$HFeO_2$	125; 165		$Fe_2O_3+H_2O$ $Fe_2O_3+H_2O$
Calcit	$CaCO_3$	dis. 885	1 atm CO_2	$CaO+CO_2$
Magnezit	$MgCO_3$	dis. 373	1 atm CO_2	$MgO+CO_2$
Siderit	$FeCO_3$	dis. 282	1 atm CO_2	
Rodocrozit	$MnCO_3$	dis. 400	1 atm CO_2	$MnO+CO_2$
Smithsonit	$ZnCO_3$	dis. 296	1 atm CO_2	$ZnO+CO_2$
Witherit	$BaCO_3$	dis. 1 352	1 atm CO_2	$BaO+CO_2$
Stronțianit	$SrCO_3$	dis. 1 289	1 atm CO_2	$SrO+CO_2$
Dolomit	$CaMg(CO_3)_2$	dis. 500 890	1 atm CO_2	$MgO+CO_2+CaCO_3$ $CaO+CO_2+MgO$
Ankerit	Ca, Mg, Fe, $Mn(CO_3)_2$	dis. 610—710 900	1 atm CO_2	CO_2+oxizi
Malachit	$CuCO_3Cu(OH)_2$	desc. 200		
Azurit	$2CuCO_3Cu(OH)_2$	desc. 200		
Baritină	$BaSO_4$	dis. 1 510	1 atm	$BaO+SO_3$
Anglezit	$PbSO_4$	dis. 1 000		
Anhidrit	$CaSO_4$	dis. 1 230	0,0127 atm	$CaO+SO_3$
Polihalit	$Ca_2K_2Mg(SO_4)_42H_2O$	dis. 298	1 atm	
Gips	$CaSO_4\cdot 2H_2O$	dehidr. 128 dehidr. 163		$CaSO_4\cdot {}^1/_2H_2O+ +H_2O$ $CaSO_4+H_2O$
Calcantit	$CuSO_4\cdot 5H_2O$	dehidr. 95 114 250	1 atm	$CuSO_4\cdot 3H_2O$ $CuSO_4\cdot H_2O$ $CuSO_4$

Tabelul 346 (continuare)

Mineral	Compoziție	T°(C)	Condiții	Produse
Melanterit	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	dehidr. 57	1 atm	$FeSO_4 \cdot 4H_2O$
		100		$FeSO_4 \cdot H_2O$
		300		$FeSO_4$
Epsomit	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	dehidr. 51	1 atm	$MgSO_4 \cdot 6H_2O$
		68		$MgSO_4 \cdot H_2O$ (kieserit)
Kainit	$MgSO_4KCl \cdot 3H_2O$	desc. 158	1 atm	
		178	1 980 atm	
		225	10,950 atm	
Antofilit	$Mg_7(Si_8O_{22})(OH)_2$	desc. 900		$MgSiO_3+SiO_2$
Serpentină	$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$	desc. 500		forsterit + talc
Talc	$Mg_3[Si_4O_{12}](OH)_2$	desc. 900		$MgSiO_3+SiO_2$
Talc	$MgSi_4O_{10}(OH)_2$	desc. 820	$pH_2O=30\,000$	$MgSiO_3+SiO_2$
Danburit	$CaOB_2O_3\ 2SiO_2$	desc. 1 000±		2 lichide

Temperaturile de dezamestec ale mineralelor

Tabelul 347

Temperaturile de dezamestec

Minerale	T°C
Discrasit-Argint	300
Digenit	78
Calcozină-Stromeyerit	300
Bornit-Calcozină	225
Bornit-Calcopirită	300; 475
Bornit-Tetraedrit	275
Galenă-Matildit	210
Blendă-Calcopirită	650, 350–400, 550, 350–400 (după dif. autori)
Calcopirită-Calcozină	480
Calcopirită-Bornit	500
Calcopirită-Calcopirotină	255–450
Calcopirită-Saflerit	350–400
Calcopirită-Stannin	500±
Calcopirită-Pirotină	250±; 225; 600±
Calcopirită-Valleriit	225
Calcopirotină-Pirotină	550
Calcopirită-Cubanit	450, 235, 400
Calcopirită-Tetraedrit	500
Pirotină-Calcopirotină	350–550
Pirotină-Pentlandit	600±425
Hematit-Magnetit	1 200
Ilmenit-Hematit	600–700, 700, 500–600
Spinel-Corindon	800±

Minerale	T°C
Magnetit-Ilmenit	600–700, 800
Magnetit-Spinel	800, 1 000
Magnetit-Titanomagnetit (ulvospinel)	750
Pigeonit (9,5 % ± CaO)	1 100 ±
Feldspat potasic-Feldspat sodic	660 ±

Punctele de inversiune a mineralelor

Tabelul 348

Punctele de inversiune a mineralelor

Mineral	Compoziţie	Inversie	T°C
Bismut	Bi		75
Naumanit	Ag_2Se (monoclinic)	izomorf	133
Hessit	Ag_2Te (monoclinic)	izomorf	150
Calaverit	$AuTe_2$ (monoclinic)	modificaţie	184
Calcozină	Cu_2S		91
Calcozină	Cu_2S (rombic)	forma hexagonală	105
Acantit	Ag_2S (rombic)	argentit (cubic)	175
Blendă	ZnS (izomorf)	wurtzit (hexagonal)	1 020
Marmatit	83% ZnS 17% FeS	forma hexagonală	880
Calcopirită	$CuFeS_2$ (tetragonal)	izomorf	500
Realgar	AsS	polimorfă neagră	267
Auripigment	As_2S_3	polimorfă roşie	170
Cobaltină	CoAsS (rombic)	izomorf	850 ±
Matildit	$AgBiS_2$ (rombic)	izomorf	210
Maghemit	Fe_2O_3 (izomorf)	hematit	500
Valentinit	Sb_2O_3 (rombic)	senarmontit (cubic)	557
Anatas	TiO_2	rutil	800
Anatas	TiO_2	forma de temp. înaltă	642
Criolit	Na_3AlF_6 (monoclinic)	forma cubică	560
Witherit	$BaCO_3$	forma polimorfă	811, 982
Arcanit	K_2SO_4 (romboedric)	forma hexagonală	588
Thenardit	Na_2SO_4	polimorf	185, 235
Baritină	$BaSO_4$	polimorf	1 178
Celestină	$SrSO_4$	polimorf	1 166
Anglezit	$PbSO_4$ (rombic)	forma monoclinică	865
Anhidrit	$CaSO_4$	modif. monoclinică	1 193
Cuarţ de temperatură scăzută	SiO_2	cuarţ de temp. ridicată	573
Cuarţ de temperatură ridicată	SiO_2	tridimit	870
Tridimit	SiO_2	cristobalit	1 470
Wollastonit	$Ca_3[Si_3O_9]$	pseudowollastonit	1 150
Spodumen	$LiAl(SiO_3)_2$	spodumen	900, 1 000
Enstatit	$Mg[Si_2O_6]$ (rombic)	clinoenstatit	1 140

Mineral	Compoziție	Inversie	T°C
Enstatit	90% $FeSiO_3$ 10% $MgSiO_3$	clinoenstatit	955
Nefelin	$KNa_3[Al_4Si_4O_{16}]$	carnegit	1 248
Kaliofilit	$K[AlSiO_4]$	kaliofilit	1 550
Petalit	$Li[AlSi_4O_{10}]$ (monocl.)	modif. cubică	1 150
Leucit	$K[AlSi_2O_6]$	izomorf	560, 714
Microclin	$K[AlSi_3O_8]$ (triclinic)	sanidină (monocl.)	700±
Microclin	$K[AlSi_3O_8]$	sanidină	525 (hidrotermal)
Albit	$Na[AlSi_3O_8]$	— („Analbit")	700
Anortit	$Ca[Al_2Si_2O_8]$	reflexele cu domenii difuze RX	1 000±

Temperaturile la care mineralele prezintă termoluminiscență

Tabelul 349

Temperaturi la care mineralele prezintă termoluminiscență

Mineral	Compoziție	T° Observații
Diamant	C	150–270
Halit	NaCl	300 (galben) 235 (irad. gamma)
		165 (irad. gamma); 245
Silvină	KCl	125 (irad. gamma); 225
		290–310; 400; 80–120 (irad. gamma)
		120 (incoloră)
		250 (verde)
		290 (fumurie)
		320 (albastră)
		400 (violetă)
Calcit	$CaCO_3$	60–180 (galben); 215 (galben)
		315 (albastru); 300–400 (galben)
		(alt peak al probei cu 60–180)
Thenardit	Na_2SO_4	Aproape de încălzire la roșu
Herderit	$CaBe(PO_4)(F, OH)$	350
Cuarț	SiO_2	320 (ametist); 180 (fumuriu la RX)
		180 (activare gamma)
		200–300 (fumuriu)
Topaz	$Al_2[SiO_4](F_2OH)_2$	215 (activare gamma)
Spodumen	$LiAl[Si_2O_6]$	220–240 (verde); 440–460 (roz)
		550
Feldspat (din granit)	$KAl[Si_3O_8]$	330; 270

Tabelul 350

Temperaturile de recristalizare a mineralelor metamictice

Mineral	T°	Observații
Davidit	675, 800	Peak-uri, DTA; la raze X recristalizarea apare doar peste 830
Uraninit	690	Peak DTA
Microlit	540, 550	Peak DTA
	960	Peak DTA
	975	Peak DTA
Fergusonit	400	RX, linii slabe
	800–900	RX, linii mai puternice
	450, 670, 700, 940	Peak-uri DTA
	940	Peak DTA
	700	Peak DTA
	460	Peak-uri DTA joase
	450	Cristalizează ortorombic
	850–1 050	Cristalizează tetragonal
	430	Recristalizează în 6 ore
Euxenit	750	Peak DTA
Policraz	775, 925	Peak-uri DTA
Eschinit	775	Peak DTA
Priorit	475	Peak DTA
Samarskit	700	Peak DTA
Betafit	670	Peak DTA
Zircon	880	Peak DTA, RX
	890–910	Peak DTA dublu, RX

Diagrame pentru identificarea mineralelor pe baza valorii efectelor termice înregistrate pe curbele D.T.A.

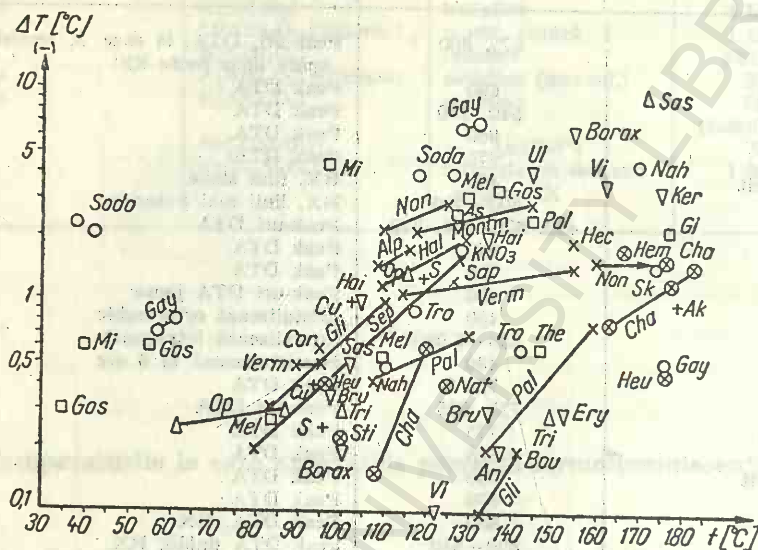


Fig. 464. Valorile efectelor exotermice în domeniul 30—180°C:

Ak — acantit; Al Ch — Al clorit; Al G — Al goethit; Alp — alofan; Alu — alunit; Am — amfibol; Amb — ambligonit; An — anabergit; Ank — ankerit; Ar — aragonit; Art — artinit; As — astrakanit; Au — auricalcit; Az — azurit; Bas — bastnäsit; Bay — bayerit; Bio — biotit; Bö — böhmit; Bor — bornit; Borax — borax; Bou — boulangerit; Bre — breunergit; Brg — brugnatellit; Bru — brucit; C — grafit; Cc — calcit; Ch — clorit; Chal — calcopirită; Chr — crisocol; Chry — crisotil; Col — colemanit; Cor — corrensit; Cr — cristobalit; Cu — calcozină; Di — dickit; Dio — diaspor; Dol — dolomit; Ery — eritrină; F — fluorină; Fe Ch — Fe clorit; G — goethit; Gay — gaylussit; Gb — gibbsit; Ger — germanit; Gi — gips; Gis — gismondit; Gla — glauconit; Gli — mică; Gos — goslarit; Hä — hematit; Hai — haidingerit; Hal — halloysit; Hau — hausmannit; Hec — hectorit; Hem — hemimorfit; Heu — heulandit; Hum — humite; Hym — hidromagnezit; Hyt — hidrotalcit; Hyz — hidrozincit; Il — illit; Kao — caolinit; KCl — silvină; Ker — kernit; KNO_3 — soda; Kry — criolit; Lau — laumonit; Le — lepidocrocit; Li — limonit; Ma — malachit; Mag — magnetit; Mar — marcasită; Mel — melanterit; Mg — magnezit; Mg Ch — Mg clorit; (Mg, Fe)Ch — Mg Fe clorit; Mi — mirabilit; Mn — manganit; Mn C — Mn calcit; Montm — montmorillonit; MoS_2 — molibdenit; Ms — muscovit; NaCl — halit; Nah — nahcolit; Nat — natrolit; Nes — nesquehonit; Non — nontronit; Nor — norsethit; Op — opal; Pal — palygorschit; attapulgit; Par — parisit; Pb Cc — plumbocalcit; PbS — galenă; Pho — phosgenit; Pir — pirssonit; Pol — polihalit; Py — pirită; Pyl — pirolusit; Pyo — pirotină; Pyp — pirofillit; Q — cuarț; Q(f) — cuarț dezordonat; S — sulf; Sap — saponit; Sas — sassolit; Ser — serpentină; Sep — sepiolit; Si — siderit; Sk — schröckingerit; Sko — scolecit; Sm — smithsonit; Soda — sodă; $SrCo_3$ — stronțianit; St — stephanit; Sti — stilbit; Str — struvit; Ta — talc; Ten — tennantit; Th — thomsonit; The — thenardit; Tri — tridimit; Tro — trona; Turm — turmalină; Ul — ulexit; Verm — vermiculit; Vi — vivianit; Vo — voglit; Wi — witerit; Wu — wurtzit; Za — zaratit; Zb — blendă; Zi — zinnwaldit.

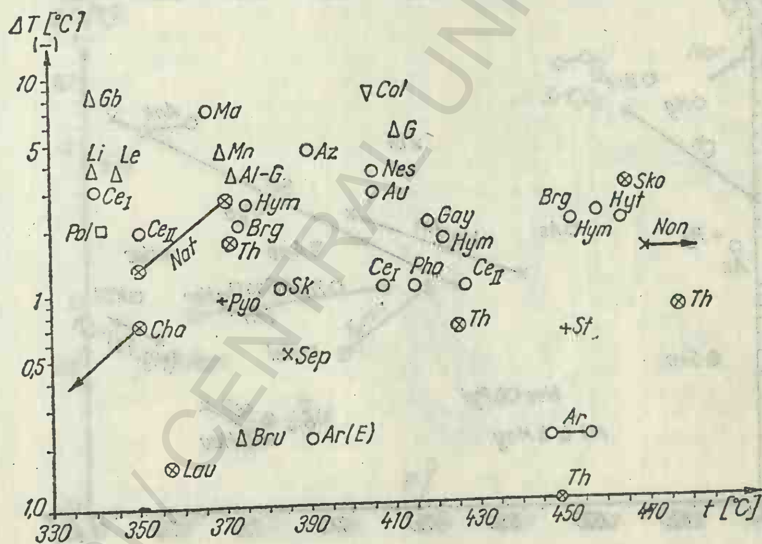


Fig. 465. Valorile efectelor exotermice în domeniile 180—330°C şi 330—480°C.

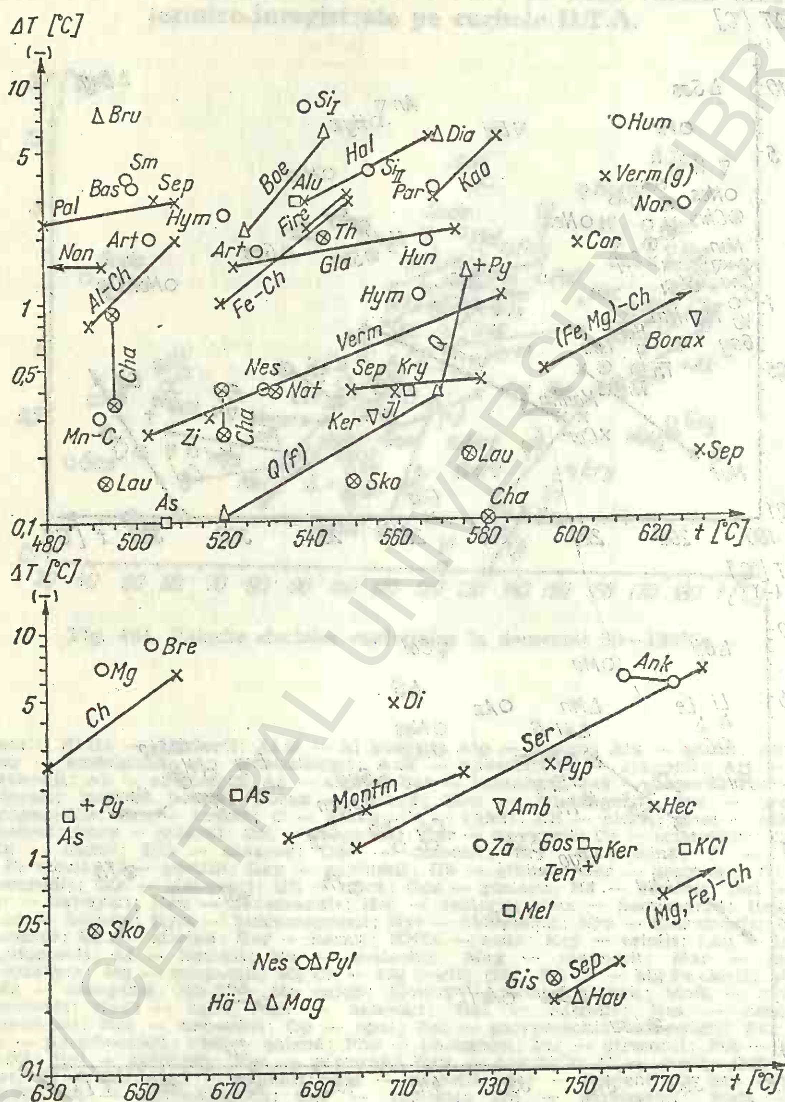


Fig. 466. Valorile efectelor exotermice în domeniile 480—630°C și 630—780°C.

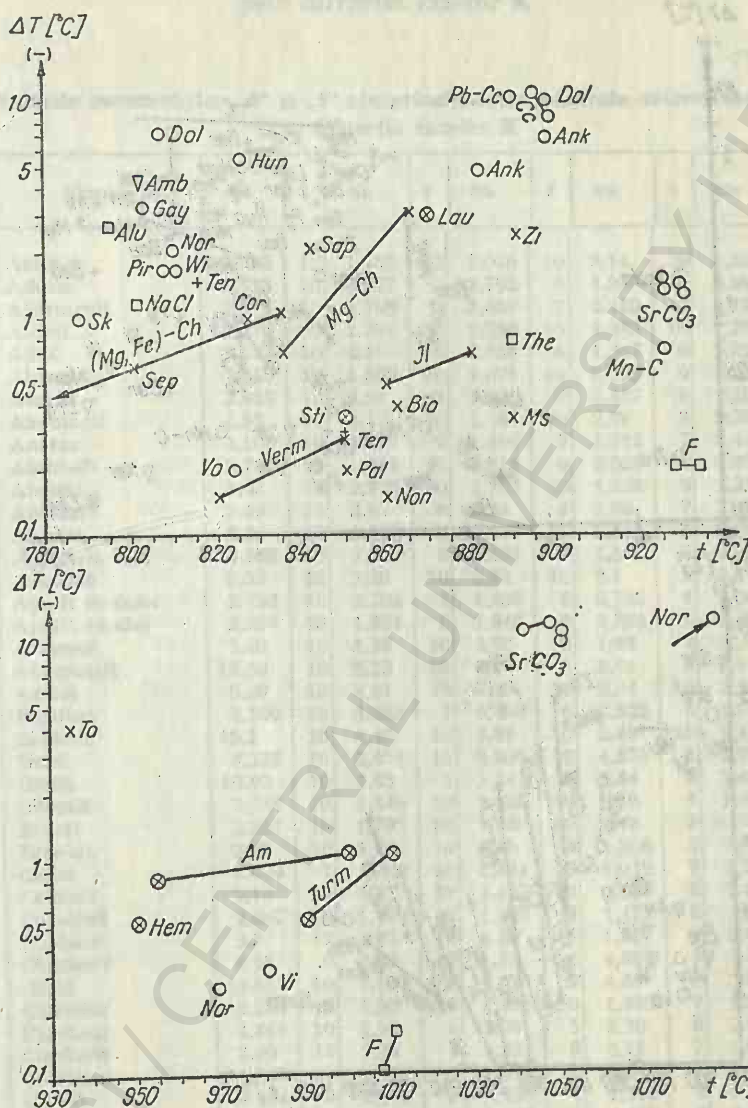


Fig. 467. Valorile efectelor exotermice în domeniile 780—930°C și 930—1 080°C.

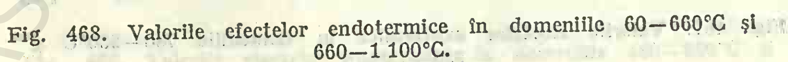


Fig. 468. Valorile efectelor endotermice în domeniile 60—660°C şi 660—1 100°C.

IV. CONSTANTELE STRUCTURALE ALE MINERALELOR

Valorile parametrilor „d" şi „I" calculate pe baza analizelor prin difracţia razelor X

Tabelul 351

Valorile parametrilor „d" şi „I" ale principalelor minerale determinate prin difracţia razelor X

Nr. crt.	Mineral	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I
1	Actinot	2,705	10	1,432	10	1,046	10	3,14	9	1,507	9
2	Adular	3,313	10	3,227	8	1,792	8	4,21	6	2,560	6
3	Akermanit	2,874	10	1,763	8	3,088	7	2,480	7	1,398	7
4	Alunit	2,970	10	1,891	10	1,738	10	1,283	10	1,206	10
5	Albit	3,21	10	4,11	6	2,955	6	1,347	6	1,224	6
6	Almandin	2,589	10	1,539	10	1,071	10	1,595	9	1,259	9
7	Amesit	3,469	10	6,93	8	1,920	7	2,467	6	1,529	5
8	Andaluzit	4,53	10	2,17	10	1,46	10	2,76	9	2,26	9
9	Anatas	3,508	10	1,887	9	1,696	7	1,662	7	1,447	7
10	Andradit	2,707	10	1,611	10	0,819	9	3,026	8	0,978	8
11	Analcit	3,45	10	2,929	10	1,735	10	1,408	9	1,215	9
12	Anhidrit	3,49	10	2,85	8	1,64	8	1,86	7	2,32	6
13	Anortit	3,20	10	2,509	6	2,135	6	1,836	5	1,762	5
14	Antigorit	3,588	10	7,16	9	2,521	8	1,562	7	3,96	6
15	Antofilit	8,25	10	3,23	10	2,84	10	9,1	9	9,4	8
16	Apatit cu fluor	2,798	10	2,702	6	1,838	6	2,769	4	3,060	3
17	Apatit cu clor	2,764	10	1,954	6	1,840	6	2,308	4	3,426	3
18	Aragonit	3,40	10	1,98	10	2,70	9	1,88	9	3,29	7
19	Attapulgit	10,50	10	3,23	10	4,49	8	2,61	8	6,44	6
20	Azurit	5,20	10	3,67	10	3,53	10	2,54	10	2,28	8
21	Baritină	2,106	10	3,058	7	3,456	6	2,322	6	1,526	6
22	Beidelit	15,1	10	4,45	10	3,02	10	2,49	10	1,488	10
23	Beril	3,238	10	2,874	10	0,806	10	4,576	8	3,974	8
24	Biotit	10,00	10	2,63	8	1,541	8	2,44	8	1,672	6
25	Böhmit	2,344	10	1,849	10	1,306	10	3,16	8	1,452	8
26	Brucit	2,361	10	1,793	10	1,189	10	4,75	8	0,9506	8
27	Brookit	3,22	10	1,681	10	2,45	8	1,356	8	2,87	6
28	Calcit	3,029	7	1,081	10	1,861	9	1,019	9	1,592	8
29	Caolinit	7,14	10	3,57	10	1,487	10	2,338	8	1,126	8
30	Celestină	2,042	10	1,999	10	1,595	8	1,472	8	1,202	8
31	Chabasit	9,3	10	2,93	10	4,35	8	1,81	8	5,6	6
32	Chamosit	6,98	9	3,51	7	1,55	6	4,535	5	2,48	5
33	Clorit	13,85	10	1,537	9	7,01	8	4,69	8	3,533	8
34	Clinoclor	3,530	10	1,535	10	1,393	10	1,998	9	1,564	9
35	Cloritoid	4,466	10	2,96	5	2,36	5	2,30	5	2,62	4
36	Cordierit	3,00	10	3,34	9	8,29	8	3,11	7	1,685	7
37	Corindon	1,599	10	2,081	9	1,374	7	2,543	6	1,401	6
38	Criolit	2,984	10	2,105	8	2,435	6	1,719	6	1,450	6
39	Crisotil	3,603	10	7,21	8	1,520	8	4,457	6	2,577	6
40	Cristobalit	4,03	10	2,481	8	2,834	7	3,13	6	1,924	6
41	Cristobalit	4,15	10	2,53	9	1,641	7	1,460	6	2,07	5
42	Cuarţ	3,34	10	1,813	9	1,539	9	1,372	9	1,380	8
43	Desmin	9,05	10	4,03	10	3,00	9	4,64	7	3,44	5
44	Diaspor	1,630	10	2,130	8	2,072	8	1,477	8	3,588	6
45	Dickit	3,592	10	2,345	10	1,666	10	1,988	8	2,589	7

Nr. crt.	Mineral	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I
46	Diopsid	3,00	10	1,622	7	2,519	6	1,415	6	1,326	4
47	Disten	1,373	10	3,32	8	3,17	8	1,93	8	2,97	4
48	Dolomit	2,883	10	1,785	6	2,191	5	1,110	5	2,015	4
49	Egirin	3,012	10	2,545	10	2,916	7	2,483	6	6,54	4
50	Enstatit	3,158	10	2,864	7	2,526	6	2,472	6	2,105	6
51	Epidot	2,90	10	2,40	8	1,64	8	1,88	7	2,82	6
52	Epsomit	4,22	10	2,66	7	5,91	3	5,3	3	2,96	3
53	Fayalit	2,850	10	1,755	4	3,707	3	3,006	3	2,449	2
54	Ferihaloisit	1,488	10	4,45	10	3,68	7	7,17	5	1,237	4
55	Flogopit	10,0	10	3,35	10	1,533	9	2,62	8	2,435	8
56	Forsterit	2,49	10	2,441	10	1,741	10	2,753	9	2,250	9
57	Gips	3,074	10	2,075	9	1,890	9	4,35	8	2,690	8
58	Glauconit	2,58	10	1,516	10	3,31	7	4,5	5	3,67	5
59	Goethit	4,18	10	2,45	9	2,69	8	1,720	7	2,18	5
60	Grafit	3,352	10	1,230	10	1,154	9	1,675	8	0,991	8
61	Grossular	2,622	10	1,581	10	1,101	10	1,639	9	1,291	9
62	Hausmanit	2,73	10	2,45	10	1,53	9	3,07	8	1,56	8
63	Hematit	2,696	10	2,518	10	1,834	10	1,688	10	1,483	9
64	Heulandit	3,98	10	9,8	8	8,5	8	2,95	8	5,2	6
65	Hidrargilit	4,9	10	4,41	8	2,48	7	2,40	7	2,07	7
66	Hidromuscovit	2,59	10	1,994	10	9,08	8	5,02	8	2,62	8
67	Hipersten	3,20	10	2,890	8	1,486	8	1,599	6	1,389	6
68	Hornblendă	2,711	10	1,436	10	1,049	10	3,15	9	1,504	9
69	Illit	9,98	8	4,47	8	2,56	8	1,50	8	3,31	6
70	Ilmenit	2,74	10	2,53	9	1,720	8	1,504	7	1,465	7
71	Kieserit	3,38	10	2,55	7	4,82	4	2,05	4	1,67	4
72	Labradorit	3,22	10	2,534	6	1,824	6	1,766	6	1,451	6
73	Laumontit	10	10	9	10	4,07	8	3,56	8	4,29	7
74	Lepidolit	3,36	10	2,58	10	2,012	10	1,492	10	10,1	8
75	Lepidomelan	3,36	10	10,1	10	2,65	8	2,452	8	2,186	8
76	Magnezit	2,737	10	1,697	10	0,912	10	2,101	9	1,065	8
77	Malachit	2,82	10	1,509	9	3,63	8	2,49	8	5,77	6
78	Manganit	3,40	10	2,65	8	2,41	8	1,77	8	1,655	8
79	Melanterit	4,90	10	3,78	7	3,23	4	2,63	3	2,01	3
80	Melitit	2,858	10	1,762	8	1,758	8	2,457	7	1,513	7
81	Metahaloisit	1,486	10	3,57	9	7,17	8	1,236	8	4,47	7
82	Microclin	3,22	10	1,80	8	2,16	7	4,18	6	1,99	6
83	Mirabilit	5,5	10	3,22	7	3,10	7	4,80	5	2,80	4
84	Monticellit	2,65	10	1,811	9	1,590	9	2,86	7	1,386	6
85	Montmorillonit	11,5	10	1,495	10	4,45	8	2,576	7	1,697	5
86	Mullit	3,356	10	2,916	10	1,527	9	1,273	9	1,261	9
87	Muscovit	10,03	10	2,568	10	1,498	10	3,342	9	1,297	8
88	Nacrit	7,15	10	3,59	10	2,416	10	4,42	8	1,48	8
89	Nefelin	1,553	10	3,001	10	2,338	10	4,157	9	3,832	9
90	Nefrit	9	10	2,66	10	1,494	10	2,49	9	1,426	9
91	Nosean	3,69	10	2,61	6	2,13	6	2,86	5	1,600	5
92	Nontronit	16,6	10	1,519	10	4,52	7	1,310	7	3,066	6
93	Olivină	2,49	10	2,73	8	2,41	8	1,734	8	2,24	7
94	Oligoclaz	3,18	10	4,07	8	3,67	8	1,451	7	1,325	7
95	Ortit	2,94	10	2,74	8	3,57	6	2,65	6	1,65	6
96	Ortoză	3,183	10	4,02	9	3,80	8	1,454	8	3,331	7
97	Paragonit	4,39	10	2,521	10	1,473	10	3,74	7	3,141	7
98	Pectolit	2,89	10	3,08	9	3,28	7	2,31	7	2,28	7
99	Pennin	4,795	10	3,585	10	2,538	10	2,445	10	2,008	10
100	Periclaz	2,108	10	1,485	10	2,431	9	1,213	8	0,939	8

Nr. crt.	Mineral	d/n	I	d/n	I	d/n	I	u/p	I	d/n	I
101	Perovskit	2,69	10	1,903	8	1,552	8	1,017	7	1,345	6
102	Piroluzit	3,118	10	1,622	10	2,404	9	1,555	8	1,302	8
103	Piromorfit	2,92	10	1,520	9	1,486	9	1,292	9	1,268	9
104	Pirop	1,542	10	0,7835	10	2,583	9	1,568	9	2,886	8
105	Pirofilit	3,045	10	1,489	9	1,381	9	1,365	9	2,403	8
106	Prehnit	3,49	10	3,28	10	3,05	10	2,54	10	2,81	7
107	Psilomelan	2,43	10	4,08	10	2,66	10	1,72	10	2,17	9
108	Riebekit	8,42	10	3,13	10	2,72	9	4,51	8	3,27	6
109	Rodonit	2,938	10	2,968	9	2,755	8	2,595	8	1,554	6
110	Rodocrozit	2,850	10	1,762	8	3,65	7	1,990	5	0,985	5
111	Rutil	1,689	10	3,242	9	2,488	8	1,624	8	2,189	7
112	Saponit	14,9	10	1,528	10	3,034	7	2,639	7	1,315	6
113	Seladonit	2,57	10	10,00	8	4,52	8	3,62	8	3,31	8
114	Sericit	9,96	10	4,47	10	3,32	10	2,56	10	4,97	8
115	Serpentină	3,695	10	1,528	10	7,38	9	2,463	9	4,604	7
116	Siderit	2,791	10	1,733	9	2,135	7	3,592	6	2,348	6
117	Sillimanit	3,385	10	2,537	5	2,18	5	1,517	5	1,272	5
118	Silvină	1,403	10	1,045	10	2,225	9	1,282	9	3,158	8
119	Scapolit	3,215	10	1,797	10	3,304	9	2,565	9	2,988	7
120	Smithsonit	2,748	10	1,707	10	1,076	9	1,413	8	1,186	8
121	Sodalit	3,68	10	2,60	9	6,38	8	2,13	8	9,16	7
122	Spodumen	2,921	10	2,790	10	1,604	9	1,665	9	1,461	9
123	Spessartin	2,603	10	1,553	10	1,610	9	1,070	9	1,866	9
124	Spinel	1,427	10	1,053	10	2,441	9	2,020	9	1,552	9
125	Steatit	3,11	10	9,3	7	1,52	7	4,60	6	2,48	6
126	Stronţianit	3,51	10	2,450	10	2,042	9	3,42	8	1,815	8
127	Sfen	3,20	10	2,59	10	2,98	9	1,410	9	2,36	7
128	Talc	9,25	10	3,104	10	1,525	10	4,64	6	2,471	6
129	Thomsonit	2,85	10	4,67	8	3,48	8	3,30	8	2,66	8
130	Topaz	2,96	10	1,403	10	1,384	10	3,20	9	2,07	9
131	Tremolit	1,438	10	1,047	9	2,710	8	1,503	8	3,120	6
132	Tridimit	4,39	10	4,12	10	3,73	9	2,49	7	1,69	7
133	Turmalină	2,59	10	6,5	8	3,48	8	2,98	8	1,66	8
134	Uvarovit	1,604	10	3,020	9	2,691	9	0,972	9	0,829	9
135	Vezuvian	2,74	10	2,59	8	1,63	8	2,45	7	1,66	7
136	Vermiculit	13,4	8	3,537	5	2,366	5	1,526	5	2,838	4
137	Wollastonit	2,963	10	3,30	8	1,705	7	2,165	6	1,594	6
138	Zeolit	8,11	10	7,16	10	3,18	10	6,43	6	4,07	6
139	Zinnwaldit	10,00	10	3,34	10	2,62	8	2,432	8	2,184	8
140	Zircon	3,298	10	2,525	8	1,713	8	2,063	6	1,655	6

Entalpiile de formare (Hf) ale mineralelor

Tabelul 352

Entalpiile de formare (Hf) ale mineralelor (la T=298,15°K şi P=1 atm) — după Robie şi Waldbrum (1968)

Denumirea	Formula	Starea de agregare	Hf cal/mol
1	2	3	4
	ELEMENTE		
Aur	Au	solid cristalin	0
Argint	Ag	solid cristalin	0
Cupru	Cu	solid cristalin	0
Grafit	C	solid	0
Diamant	C	solid	453
Mercur	Hg	lichid	0
Sulf rombic	S	solid	0
Sulf monoclinic	S	solid	80
	SULFURI		
Hidrogen sulfurat	H_2S	gaz ideal	− 4 900
Realgar	AsS	solid cristalin	− 17 000
Auripigment	As_2S_3	solid cristalin	− 40 000
Covelină	CuS	solid cristalin	−116 000
Pirită	FeS_2	solid cristalin	− 41 000
Galenă	PbS	solid cristalin	− 23 300
Blendă	ZnS	solid cristalin	− 49 700
Wurtzit	ZnS	solid cristalin	− 46 000
	OXIZI		
Corindon	Al_2O_3	solid cristalin	−400 000
Oxid de carbon	CO	gaz ideal	− 26 400
Bioxid de carbon	CO_2	gaz ideal	− 94 000
Oxid feros (ipotetic)	FeO	solid	− 65 000
Hematit	Fe_2O_3	solid	−197 300
Magnetit	Fe_3O_4	solid	−276 000
Apă	H_2O	lichid	− 68 300
Vapori de apă	H_2O	gaz ideal	− 57 790
Gheaţă	H_2O	solid	− 66 870
Periclaz	MgO	solid	−143 800
Oxid de sodiu	Na_2O	solid	− 99 000
Limit	CaO		−151 000
Oxid de potasiu	K_2O	solid	− 86 800

1	2	3	4
Cuarț	SiO_2	solid	−217 650
Cristobalit	SiO_2	solid	−204 075
Tridimit	SiO_2	solid	
Coesit	SiO_2	solid	−204 076
Stishovit	SiO_2	solid	−203 400
Sticlă de silice	SiO_2	solid	−203 300
Spinel	$MgAl_2O_4$	solid	−552 800
	HALOGENURI		
Silvină	KCl	solid	−104 400
Halit	NaCl	solid	− 98 300
Fluorină	CaF_2	solid	−290 900
	CARBONAȚI		
Aragonit	$CaCO_3$	solid	−288 650
Calcit	$CaCO_3$	solid	−288 600
Dolomit	$CaMg(CO_3)_2$	solid	−557 600
Siderit	$FeCO_3$	solid	−177 800
Magnezit	$MgCO_3$	solid	−266 100
	SULFAȚI		
Anhidrit	$CaSO_4$	solid	−343 000
Gips	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	solid	−483 000
Celestină	$SrSO_4$	solid	−346 000
	SILICAȚI		
Tremolit	$Ca_2Mg_5[Si_6O_2](OH)_2$	solid	−2 952 000
Anortit	$Ca[Al_2Si_2O_8]$	solid	−1 008 000
Microclin	$K[AlSi_3O_8]$	solid	−946 000
Sanidină temp. ridicată	$K[AlSi_3O_8]$	solid	−944 000
Adular	$K[AlSi_3O_8]$	solid	−945 000
Kaliofilit	$K[AlSiO_4]$	solid	−504 000
Leucit	$K[AlSi_2O_6]$	solid	−721 600
Albit temp. scăzută	$Na[AlSi_3O_8]$	solid	−937 000
Albit temp. ridicată			−934 000
Nefelin	$K, Na_3[Al_4Si_4O_{16}]$	solid	−497 000
Muscovit	$KAl_2[Al, Si_3O_{10}](OH)_2$	solid	−1 421 000
Flogopit	$KMg_3[Si_3AlO_{10}](F, OH)_2$	solid	−1 522 000
Talc	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$	solid	−1 415 000
Crisotil	$3MgO\ 2SiO_2H_2O$	solid	−10 430 000
Disten	$Al_2[SiO_5]$	solid	−619 900
Andaluzit	$Al_2[SiO_5]$	solid	−619 400
Sillimanit	$Al_2[SiO_5]$	solid	−618 600
Grossular	$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$	solid	−1 588 400
Fayalit	$2FeO \cdot SiO_2$	solid	−353 500
Forsterit	$2MgOSiO_2$	solid	−520 400
Wollastonit	$CaO \cdot SiO_2$	solid	−390 600
Diopsid	$8CaO \cdot 8(MgFeO) \cdot 16SiO_2$	solid	−767 000
Clinoenstatit	$(Mg, Fe)O \cdot SiO_2$	solid	−370 000

Tabelul 353

Entropiile şi volumele molare ale mineralelor (la temperatura de 298°K şi presiunea de 1 atmosferă) — după Robie şi Waldbrun, (1968):

Denumirea mineralului	Formula	Entropia (în u.e).	Volum molar (în cmc)	Sistemul de simetrie
1	2	3	4	5
Argint nativ	Ag	10,20	10,270	cubic
Aur nativ	Au	11,31	10,215	cubic
Grafit	C	1,372	5,298	hexagonal
Diamant	C	0,568	3,4166	cubic
Cupru nativ	Cu	9,97	7,113	cubic
Fier nativ	Fe	6,52	7,092	cubic
Mercur nativ	Hg	18,17	14,820	
Oxigen (gaz)	O_2	48,990	24 465,0	
Plumb	Pb	15,55	18,267	
Platină	Pt	9,95	9,09	cubic
Sulf rombic	S	7,60	15,511	rombic
Sulf monocl.	S	7,78	16,49	monoclinic
Siliciu	Si	4,50	2,056	
Zinc	Zn	9,95	9,160	
Covelină	CuS	15,93	20,42	hexagonal
Calcozină	CuS_2	28,86	27,475	
Troilit	FeS	14,42	18,20	hexagonal
Cinabru	HgS	19,72	28,416	trigonal
Metacinabarit	HgS	23,0	30,169	cubic
Galenă	PbS	23,0	30,169	cubic
Blendă	ZnS	13,77	23,83	cubic
Wurtzit	ZnS	16,56	23,846	hexagonal
Diopsid	$CaMg[Si_2O_6]$	66,09	66,09	monoclinic
Clinoenstatit	$Mg[Si_2O_6]$	16,22	31,47	monoclinic
Jadeit	$NaAl[Si_2O_6]$	31,90	60,40	monoclinic
Tremolit	$Ca_2Mg_3[Si_8O_{22}](OH)_2$	131,19	272,92	monoclinic
Anortit	$CaAl_2[Si_2O_8]$	48,45	100,79	triclinic
Microclin	$KAl[Si_3O_8]$	52,47	108,72	triclinic
Sanidină	$KAl[Si_3O_8]$	56,84	109,05	monoclinic
Sticlă	$KAl[Si_3O_8]$	63,28	116,5	

Solubilitatea mineralelor în acid clorhidric

Tabelul 354

Solubilitatea mineralelor în HCl

Luciu metalic		
Solubile în HCl	Solubile în HCl cu degajare de clor	Solubile în HCl cu degajare de H_2S
Goethit (limonit) solubil în HCl cu dificultate Hematit Ilmenit Magnetit	Piroluzit Psilomelan Manganit Hausmanit Braunit	Stibină Galenă Pirotină Blendă
Luciu nemetalic		
Solubile în HCl	Solubile în HCl cu formare de gel silicios	Descompuse de HCl cu depunere de reziduu silicios
Criolit Zincit Brucit Colemanit Gips Jarosit Apatit Turcoază Carnotit Tyuyamunit Crocoit	Amontit Nefelin Sodalit Cancrinit Olivină Willemit Hemimorfit Datolit Analcit Natrolit Laumontit	Leucit Rodonit Wollastonit Pectolit Scapolit Cordierit Biotit Serpentină Crisocol Stilbit Chabazit Heulandit Garnierit
Solubile în HCl cu degajare de CO_2		
Toți carbonații		

Conținutul în metal al principalelor minerale

Tabelul 355

Conținutul în metal al principalelor minerale comerciale

Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral %		Densitatea
				Teoretic	După analize	
1	Aluminiu	Diaspor Böhmit Hidrargilit Nefelin	$HAlO_2$ $AlOOH$ $Al(OH)_3$ $K, Na_3(Al_4Si_4O_{16})$	47,2 47,2 36,2 18,9		3,3–3,5 3 2,35 2,6

Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral % Teoretic	După analize	Densitatea
		Leucit	$K[AlSi_2O_6]$	13,0		2,4—2,5
		Alunit	$KAl_3(SO_4)_2(OH_6)$	20,5		2,6—2,8
		Caolinit	$Al_4Si_4O_{10}(OH_8)$	22		2,6
		Sillimanit	$Al(AlSiO_5)$	35,0		3,2
2	Antimoniu (Stibiu)	Stibină	Sb_2S_3	71,4	70,2 —71,5	4,5—4,6
		Berthierit	$FeSb_2S_4$			4,5—4,6
		Tetraedrit	$(Cu, Fe)_{12}Sb_4S_{13}$	29,2	pînă la 15—30	4,4—5,6
		Boulangerit	$Pb_5Sb_4S_{11}$	25,7	25,4 —25,7	6,2
		Jamesonit	$Pb_4FeSb_6S_{14}$	35,39	32 —34,7	5,6
	Zone de oxidație	Oxizi și hidroxizi de stibiu (Valentinit, Stibioconit)			pînă la 75	4,6
3	Arsen	Mispichel	$FeAsS$	46,0	39,4 —48,7	5,9—6,2
		Löllingit	$FeAs_2$	72,8	66,69—70,09	7 —7,4
		Realgar	AsS	70,0	69,5 —70,0	3,4—3,6
		Auripigment	As_2S_3	61,0	57,67—60,87	3,5—3,5
		Tennantit	$(Cu, Fe)_{12}As_4S_{13}$	pînă la 21	9,0 —20,0	4,4—5,4
		Scorodit	$Fe(AsO_4)2H_2O$	30,0		31 —3,33
4	Argint	Argint nativ	Ag	100	96,78—98,45	10
		Argentit	Ag_2S	87	77,58—86,71	7
		Proustit	Ag_3AsS_3	65,4	64,5 —65,37	5,6
		Pirargirit	Ag_3SbS_3	59,8	59,8	5,8
		Stefanit	Ag_5SbS_4	68,3	67,8 —68,6	6,2
		Polibazit	$(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$	75,5	64,3 —71	6
		Pearceit	$(Ag, Cu)_{16}As_4S_{11}$	78,4	51,17—72,43	6,1
	Zona de oxidație	Kerargirit	$AgCl$	75,0		5,5—5,6
5	Aur	Aur nativ	(Au, Ag)		80—90	15—19
		Electrum	(Ag, Au)		50—80	12—15
		Calaverit	(Au, Te_2)	43,7	41,3 —42,8	9
		Silvanit	$(AuAg)Te_2$	24,2	25,4 —29,8	8
		Nagyagit	$Pb_5Au(Te, Sb)_4S_{5-8}$		6—13	6,8—7,5
6	Bariu	Baritină	$BaSO_4$	58		4,3
		Witherit	$BaCO_3$	69,5		4,5

Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral %		Densitatea
				Teoretic	După analize	
7	Beriliu	Beril	$Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$	5,07		2,7
		Bertrandit	$Be_4Si_2O_7(OH)_2$	56,95		2,6
		Crisoberil	$BeAl_2O_4$	7,15		3,7
		Helvit	$(Mn, Fe)[BeSiO_4]_6S_2$		2,8–5,4	3,1–3,4
8	Bismut	Bismut nativ	Bi	100	95–99	9,8
		Bismutină	Bi_2S_3	81,3	72,9–82,3	6,5
		Bismutit	$Bi_2CO_3O_2$	87		7,0–7,4
9	Bor	Borax	$Na_2B_4O_7 10H_2O$	11,4		1,7
		Hidroboracit	$CaMgB_6O_{11} \cdot 6H_2O$	15,4		2,2
		Ascharit	$Mg(BO_2)(OH)$	12,4		2,6
		Ludwigit	$(MgFe^{2+})_2Fe^{3+}BO_3O_2$	pînă la 5		4,0
		Kotoit	$Mg_3(BO_3)_2$	11,4		3,1
		Datolit	$CaB[SiO_4](OH)$	6,8		2,9–3,0
10	Cadmiu	Blendă	$(Zn, Fe, Mn, Cd)S$		0,05–3,2	3,5–4,2
		Smithsonit	$(Zn, Cd)CO_3$		0,02–0,8	4,1–4,5
11	Cesiu	Lepidolit	$KLi_{1,5}Al_{1,5}[AlSi_3O_{10}](FOH)_2$		0,075–0,68	2,8–2,9
		Pollucit	$(Cs, Na)[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$	42,8		2,9
12	Ceriu și alte pămînturi rare	Monazit	$(Ce, La)PO_4$	59,7	17–35	4,9–5,5
		Xenotim	$Y(PO_4)$		pînă la 63	4,5–4,6
		Loparit	$(Na, Ce, Ca)(Nb, Ti)O_3$		pînă la 34	4,7–4,9
		Ortit	$(Ca, Ce, La, Th)_2(Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mg)$ $Al_2[SiO_4][Si_2O_7](O, OH)$		pînă la 23	4,1
		Parisit	$Ca(Ce, La)_2(CO_3)_3F_2$		48–53	4,3
		Bastnäsit	$(Ce, La, Pr)(CO_3)F$		65,4	4,5–5,2
13	Cobalt	Smaltină	$(Ni, Co)As_{3-x}$	28,23	13,8–24,1	6,4–6,8
		Safflorit	$(FeCo)As_2$	28,23	6,7–23,4	7,2–7,4
		Cobaltină	$CoAsS$	35,4	26–34	6,0–6,5
		Siegenit	$(Co, Ni)_3S_4$	57,97	40–53	4,8–5,8
14	Crom	Cromit	$FeCr_2O_4$	46,4	12–45	4–4,8
15	Cupru	Cupru nativ	Cu	100		8,5–9
		Calcozină	Cu_2S	79,8	79,67	5,5–5,8
		Covelină	CuS	66,5	66,43	4,6–4,7
		Calcopirită	$CuFeS_2$	34,6		4,2

Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral % Teoretic	Conținutul elementului în mineral % După analize	Densitatea
		Bornit	Cu_5FeS_4	pînă la 63,3		4,9—5,5
		Enargit	Cu_3AsS_4	48,3		4,4—5,5
		Tetraedrit	$(Fe,Cu)_{12}Sb_4S_{13}$	45,77	23—45	
		Tennantit	$(Fe, Cu)_{12}As_4S_{13}$	51,57	30—53	4,4—5,4
		Bournonit	$PbCuSbS_3$	13,0	12,0—15,12	5,8
	Zona de oxidaţie	Cuprit	Cu_2O	88,8		5,8—6,15
		Malachit	$Cu_2CO_3(OH)_2$	57,5		4
		Azurit	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	55,3		3,8
		Crisocol	$CuSiO_3 \cdot nH_2O$	40,4		2,0—2,3
		Brochantit	$Cu_4(SO_4)(OH)_6$	56,2		3,8—3,9
16	Fier	Magnetit	$FeFe_2O_4$	72,35		5,2
		Hematit	Fe_2O_3	70,0		5,2
		Limonit	$HFeO_2—nH_2O$	48—63		pînă la 4
		Siderit	$FeCO_3$	48—21		3,0—3,8
		Chamosit	$Fe_4AlAlSi_3O_{10}(OH)_6 \cdot nH_2O$		28,5—37,3	3—3,4
		Ilmenit	$FeTiO_3$	36,8		4,5
17	Fluor	Fluorină	CaF_2	48,8		3,2
18	Fosfor	Apatit	$Ca_5(PO_4)_3(F, Cl)$	41—42	34—35	3,2
19	Galiu	Germanit	$Cu_3(Fe, Ge, Ga)S_4$		0,8 la 1,99	4,3
		Blendă	ZnS			
20	Germaniu	Germanit	$Cu_3(Fe, Ge, Ga)S_4$		6,2—10,19	4,3
		Renierit	$(Cu, Fe)_3(Fe, Ge)S_4$		6—7,75	4,3—4,5
21	Indiu	Blendă	ZnS			
22	Litiu	Spodumen	$LiAl[Si_2O_6]$	3,73	1,34—3,43	3,1—3,2
		Ambligonit	$(Na, Li)Al(PO_4)(F, OH)$	4,7	3,3—4,67	3
		Trifilit	$LiFe(PO_4)$	4,4		3,5
		Litiofilit	$LiMn(PO_4)$	4,4		3,5
		Lepidolit	$KLi_{15}Al_{15}[AlSi_3O_{10}] \cdot (OH, F)_2$	3,5—3,69		
		Zinnwaldit	$KLiFeAl[AlSi_3O_{10}] \cdot (OH, F)_2$	pînă la 2,61—2,76		2,4
		Petalit	$LiAlSi_4O_{10}$	2,2		

Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral %		Densitate
				Teoretic	După analize	
23	Magneziu	Magnezit Dolomit Carnalit Kieserit Bischofit Olivină	$MgCO_3$ $CaMg(CO_3)_2$ $KCl\text{-}MgCl_2 \cdot 6H_2O$ $MgSO_4 \cdot H_2O$ $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ Mg_2SiO_4	28,8 13,2 8,7 17,6 12,0 34,4		3,0 2,9 1,6 2,6 1,6 3,3
24	Mangan	Piroluzit Manganit Psilomelan Braunit Hausmanit Rodocrozit Rodonit	MnO_2 $MnOOH$ $mMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$ $(Mn, Si)_2O_3$ $MnMn_2O_4$ $MnCO_3$ $(Mn, Ca)SiO_3$	63,2 62,5 69,3 72,0 47,8 41,9	55—63 50—62 40—60 60—69 65—72 40—50 33—40	4,7—5 4,2—4,3 4,4—4,7 4,7—5 4,7—4,9 3,5—3,7 3,4—3,75
25	Mercur	Cinabru Schwatzit	HgS $(Cu, Hg)_{12}Sb_4S_{13}$	86,2	pînă la 17	8—8,2 5
26	Nichel	Nichelină Cloantit Pentlandit Garnierit	$NiAs$ $(Co, Ni)As_{3-x}$ $(Fe, Ni)_9S_8$ $(Ni, Mg)_4Si_4O_{10}(OH)_4 \cdot 4H_2O$	43.92 28,14 34,22	40,6—44,98 10—40 4,3—36,1	8 6,7—7,2 4,5—5 2,3—2,8
27	Niobiu	Columbit Fergusonit Loparit Piroclor	$(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$ $Y(Nb, Ta)O_4$ $(Na, Ce, Ca)(Nb, Ti)O_3$ $(Na,Ca)_2(Nb,Ta,Ti)_2O_6(OH,F)$		22—54,5 20—32 pînă la 8 pînă la 44	5,3—7,3 4,3—6,2 4,7—4,9 4—4,4
28	Platina și grupa platinei	Paladium Newjanskit Siserskit Ruteniu Newjanskit Sperrylit Cooperit	Pd (Ir, Os) (Os, Ir) (Ir, Os, Ru) $PtAs_2$ PtS	44—47 Ru pînă la 0,5 56,6 86,29	 52,57—56,4 82,2—85,6	11—12 17—21 17—20 10,5 9,4
29	Plumb Zone de oxidație	Galenă Bournonit Boulangerit Jamesonit Ceruzit Anglezit Piromorfit	PbS $Pb \cdot CuSbS_3$ $Pb_5Sb_4S_{11}$ $Pb_4FeSb_6S_{14}$ $PbCO_3$ $PbSO_4$ $Pb_5(PO_4)_3(Cl)$	86,6 42,5 55,4 40,16 77,55 68,3 76,38	82—86,6 40,2—43,85 54,7—55,6 39—40	7,5 5,8 6,2 5,6 6,5 6,1—6,4 6,7—7,1
30	Reniu	Molibdenit	MoS_2		pînă la 0,33	
31	Rubidiu	Carnalit Lepidolit	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ $KLi_{1,5}Al_{1,5}[AlSi_3O_{10}](F,OH)_2$		0,015—0,037 1,19 —3,46	

Nr crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral % — Teoretic	După analize	Densitatea
32	Seleniu	Galenă Pirită	PbS FeS_2		pînă la 1,23 urme	
33	Sodiu	Halit	$NaCl$	39,3		2,2
34	Staniu	Casiterit Stannin Cilindrit Tillit	SnO_2 Cu_2FeSnS_4 $Pb_3Sb_4Sb_3S_{14}$	78,7 27,6 24,8 30,51	69—78 25,3—27,8 25,38 30,02—43,4	6,8—7,1 4,3—4,5 5,5 6,4
35	Stronțiu	Stronțianit Celestină	$SrCO_3$ $SrSO_4$	59,3 47,7		3,7 3,9
36	Sulf	Sulf nativ Pirită Pirotină Gips	S FeS_2 $Fe_{1-x}S$ $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	100 53,4 36,5 232	 50,7—53,3 38,2—39,5	2 52 4,6 2,3
37	Taliu	Pirită Vrbait	FeS_2 $TlAs_2SbS_5$	 32,16	pînă la 60,1—1 29,52	 5,3
38	Tantal	Tantalit Fergusonit Loparit Piroclor	$(Fe, Mn)(Ta, Nb)_2O_6$ $Y(Nb, Ta)O_4$ $(Na, Ce, Ca)(Nb, Ti)O_3$ $(Na,Ca)_2(Nb,Ta,Ti)_2O_6(OH,F)$		43—68 1,6—22 pînă la 1 pînă la 77	6,5—8,2 4,3—6,2 4,7—4,9
39	Teluriu	Calaverit Silvanit Nagyagit Petzit Hessit Altait	$AuTe_2$ $(AuAg)Te_2$ $Pb_5Au(Te, Sb)_4S_{5-8}$ Ag_3AuTe_2 Ag_2Te $PbTe$	56,4 62,6 32,87 37,1 38,0	56,9—57,87 60,4—62,4 18—30 33—34,9 36,8—38,4	9,0—9,4 7,9—8,3 6,8—7,5 8,7—9,0 8,1—8,2
40	Titan	Rutil Ilmenit	TiO_2 $FeTiO_3$	60,0 31,6		4,2 4,7
41	Toriu	Thorit Monazit	$TRSiO_4$ $(Ce, Th, La)PO_4$	71,7	 2,02—24,1	4,6
42	Uraniu	Pehblendă	UO_2	33,3	pînă la 76,7	9,5

Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral % Teoretic	Conținutul elementului în mineral % După analize	Densitatea
		Carnotit	$(K, Na, Ca, Pb)_2(UO_3)_2 VO_{42} \cdot 3H_2O$	52,7	54,6	4,5
		Uranofan	$Ca(UO_3)_2SiO_{43}(OH_3)_2 \cdot 3H_2O$	55,6	52,4–55,7	3,8–3,9
		Brannerit	$(U, Ca, Fe, Y, T)\ (Ti, Fe)O_6$		7,5–27,5	4,5–5,4
43	Vanadiu	Patronit	VS_4	28,4	28–39	
		Descloizit	$ZnPb(VO_4)(OH)$	11,6	9,8–13,7	
		Vanadinit	$Pb_5(VO_4)_3(Cl)$	10,8		
		Carnotit	$(K, Na, Ca, Cu, Pb)(VO_3)_3 (VO_4)_2 \cdot 3H_2O$		11,3–12,8	
		Roscoelit	$KV_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$		4,38–16,1	2,9–3
		Titano-magnetit vanadifer			0,1–0,4	
44	Wolfram	Wolframit	$(Fe, Mn)WO_4$	60,5		6,7–7,5
		Ferberit	$FeWO_4$	60,5		7,5
		Hübnerit	$MnWO_4$	60,7		7,1
		Scheelit	$CaWO_4$	63,8		6,0
45	Zinc	Blendă	ZnS	67,1	43,6–67	3,5–4,2
		Franklinit	$ZnFe_2O_4$		7–20,5	5–5,2
		Smithsonit	$ZnCO_3$	52,1		4,1–2,5
		Willemit	Zn_2SiO_4	58,6		3,9–4,2
		Hemimorfit	$Zn_4[SiO_7](OH)_2 \cdot H_2O$	54,3		3,4–3,5
46	Zirconiu	Zircon	$ZrSiO_4$	49,7		4,5
		Baddeleyit	ZrO_2		pînă la 670	4,9–5,4
		Eudialit	$(Na, Ca)_6Zr[Si_6O_{12}](OH, Cl)$		pînă la 11	2,8–3,0

BIBLIOGRAFIE

A d a m s F. D., *The Birth and Development of the Geological Sciences.* New York, Dover Publ., 1938.

A g r i c o l a G., *De natura Fossilium* (traducerea în limba engleză a ediţiei originale în limba latină din 1546, de I. A. Bandy). Geol. Soc. Amer. Spec. Pa, New York, 1955.

A g r i c o l a G., *De Re Metalica* (trad. în limba engleză a ediţiei originale în limba latină din 1556, de L. H. Hoover), New York, 1950.

A m s t u t z G. C., *A geometric classification of basic intergrowth patterns of minerales.* Am. Geol. Inst., 21.

A n a s t a s i u N., *Corpurile de roci sienitice din Cristalinul Seriei de Neamţu (Carpaţii Meridionali),* Anal. Univ. Bucureşti, 1973.

A n a s t a s i u N., *Feldspaţii potasici din rocile granitoide ale Masivului Ogradena,* St. Cerc. Geol. Geof., Geogr., ser. geol., 1, tom 16, Bucureşti, 1971.

A n a s t a s i u N., *Masivul granitoid Ogradena. Studiu petrografic şi geochimic.* An. Inst. Geol., Geof., vol. XLIX, Bucureşti, 1976.

A n a s t a s i u N., *Minerale şi roci sedimentare,* Ed. Tehnică, Bucureşti, 1977.

A n a s t a s i u N., C o n s t a n t i n e s c u E., *Obsevaţii mineralogice în rocile sienitice din Masivul alcalin de la Ditrău,* vol. comunicări, Geologie, Tipogr. Univ., Bucureşti, 1975.

A n a s t a s i u N., C o n s t a n t i n e s c u E., *Feldspaţii potasici din masivul alcalin de la Ditrău.* D.d.S., vol. LXIV, 14—36 (1976—1977).

A n a s t a s i u N., G r i g o r e s c u D., *Authigenic feldspat in the carbonate rocks of the Black Schists formation (Eastern Carpathians),* Rev. Roum. Géol., Géophys, Géogr., sér. géol., tome 21, Bucureşti, 1977.

B a l i n t o n i I., *Date şi idei noi în legătură cu geneza zăcămîntului de sulf nativ din M-ţii Călimani şi cu fenomenele geologice din terenurile adiacente zăcămîntului,* D.d.S., vol. LV, (1967—1968).

B ă l a n M., *Contribuţii la studiul mineralogic al zăcămintelor manganifere de la Iacobeni: Kutnahoritul din mina Argestruţ,* St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., 1, tom 17, Bucureşti, 1972.

B e c k e F., *Akmit aus dem Elaeolithsyenit von Ditrë.,* Siebenbürgen, T.M.P.M., 1, 1878.

B e c k e F., *Ueber den Hessit von Boteş,* Siebenbürgen, T.M.P. M.,3, 1881.

B e r b e l e a c I., *Contribuţiuni privind cunoaşterea aparatului vulcanic de la Uroi (M. Metaliferi).* D.d.S., XLVIII, 1962.

B e r b e l e a c I., *Studiul petrografic şi metalogenetic al regiunii Vălişoara,* An. Inst. Geol., 56, 1975.

B e r b e l e a c I., *Aluniţii de la Voia.* D.d.S., LVII, 1970.

B e r b e l e a c I., *Adularizarea andezitului cuarţifer din regiunile Vălişoara şi Cordurea (Munţii Metaliferi),* St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., tom 22, Bucureşti, 1977.

B e r b e l e a c I., D a v i d M a r g a r e t a, *The augite from Poiana augite basalta (the Metaliferi Mountains, Romania),* Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 21, Bucureşti, 1977.

Bercia I., Bercia Elvira, *Contribuţii la studiul serpentinitelor din Banatul de sud*, An. Inst. Geol., Geof., 32, 1962.
BerzaT., Medeşan Alexandrina, Gheorghiţescu D., *Calcamphiboles from skarns in the Tismana valley (Southern Carpathians)*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., 1, tome 15, 1971.
Betehtin A. G., *Curs de mineralogie* (traducere din limba rusă), Editura tehnică, Bucureşti, 1953.
Bolocan Gh., *Despre redarea numelor proprii dintr-o limbă în alta*, Lb. rom., X, 6, 582—587, (1961).
Bowen N., *The evolution of igneous rocks*, Princepton, 1927.
Brana V., *Zăcăminte metalifere ale subsolului românesc*, Editura ştiinţifică, Bucureşti, 1958.
Brana V., *Zăcămintele nemetalifere din România*. Editura tehnică. Bucureşti, 1968.
Breithaupt A., *Die paragenesis der Mineralien*, Freiberg, 1849.
Buerger N. W., *The calcocite problem*, Scon. Geol., 26, 19—44, Lancaster, Pa., 1941.
Buerger J. J, Buerger N. W., *Distribution of atoms in high chalcocite*, Science, 141, 276—277, New York, 1963.
Butucescu N., Bonea L., Botnarencu A., Stoicescu Gh., Stoicescu El., *Mineralizaţia cu telururi auro-argentifere din zăcămîntul Băiţa-Nistru (Baia Mare)*, Rev. Min., 14, 5, 1963.
Buţureanu V. C., *Curs de mineralogie*, p. III, Institutul de arte grafice, Iaşi, 1929.
Buţureanu V. C., *Sur la composition chimique de la Riebeckite*, Anal. Univ. Iaşi, 2, 3—4, 1903.
Cantuniari St., *Notă preliminară asupra granitului cu riebeckit şi egirin de la Muntele Carol (Ìacod-Deal) şi Piatra Roşie (jud. Tulcea)*, An. Inst. Geol., 4, 1911.
Castel M., *Mémoire sur les mines et usines métalliques du Banat*, Annales des mines, tome XVI, Paris, 1869.
Cădere D. M., *Fapte pentru a servi la descrierea mineralogică a României*, Mem. Acad. Rom. III, 3, 5; 4, 2, 4; 6 (1925, 1926, 1927, 1928).
Cioflica G., *Contribuţii la cunoaşterea fenomenelor de contact de la Măgureana Vaţei (Munţii Drocea)*, Stud. Cerc., ser. geol., 5, 3, 1960.
Cioflica G., *Studiul petrografic al formaţiunilor eruptive din regiunea Căzăneşti-Ciungani (M-ţii Drocea)*, An. Inst. Geol., 32, 1962.
Cioflica G., Lazăr C., Udubaşa Gh., *Unele particularităţi structurale ale complexului filonian de la Stănija (M-ţii Metaliferi)*, Stud. Cerc. Geol., 7, 2, 1962.
Cioflica G. et al., *Granaţii din skarnele de la Băiţa Bihorului*, Stud. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., 12, 1, 1967.
Cioflica G., Istrate Gh., Ştefan A., Vlad Ş., *Contact metamorphism relates to Laramian magmatism in Romania*, Congresul Carpato-Balcanic, Kiev (în presa), 1977.
Cioflica G., Vlad Ş., *Outline on the present state of skarn Knowledge in Romania*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 21, Bucureşti, 1977.
Cioflica G., Vlad Ş., Volanschi Ernestina, Stoici S., *Skarnele magneziene cu mineralizaţii asociate de la Băiţa Bihorului*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., tom 22, Bucureşti, 1977.
Codarcea Al., *Studiul geologic şi petrografic al regiunii Ocna de Fier-Bocşa Montană (jud. Caraş, Banat)*, An. Inst. Geol., 15, (1931).
Codarcea Al., *Mineralogie* (vol. I), *Cristalografie*, Editura Academiei, Bucureşti, 1965.
Codarcea Al., Codarcea M., Ianovici V., *Structura geologică a masivului de roce alcaline de la Ditrău*, Bul. şt. geol. geogr., 2, 3—4, 1957.
Codarcea Al., Ianovici V., Petrulian N., *Asupra mineralizaţiunilor metalifere din unele roce ultrabazice din Carpaţii Meridionali*, Bul. şt. geol., geogr., 4, 2, 1952.

Codarcea Al., Kissling Al., Kissling M., *Asupra ludwigitului de la Ocna de Fier*, Bul. şt. geol. geogr., 2, 3—4, 1957.

Constantinescu E., *Idocrase de skarns de la Sasca Montană*, Anal. Univ. Bucureşti, 1970.

Constantinescu E., *Observaţii asupra skarnelor şi mineralizaţiei cuprifere laramice de la Sasca Montană*, Anal. Univ. Bucureşti, 1971.

Constantinescu E., *Tourmaline de la zone de Cioaca Înaltă (SO du Banat)*, Revue Roum. Géol., Géophys., Géogr., 20. 1, 1976.

Constantinescu E., *Granaţii din skarnele de la Sasca Montană*, Anal. Univ. Bucureşti, Ştiinţele naturii, 1976.

Constantinescu E., *Mineralogia şi petrologia magmatitelor laramice dintre Valea Nerei şi Valea Radimniuţiei*, Stud. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., nr. 1, 1977.

Constantinescu E., *Studiul mineralogic al alteraţiilor hidrotermale ale banatitelor de la Sasca Montană*, Anal. Univ. Bucureşti, ser. geol., an. XXVI, 1978.

Constantinescu E., *Determinarea microscopică a mineralelor*, Tipogr. Univ. Bucureşti, 1979.

Constantinescu E., *Atlas de curbe termice etalon*, Tipogr. Univ. Bucureşti, 1979.

Constantinescu E., *Metode fizice moderne de analiză a mineralelor*, Editura tehnică, Bucureşti, 1979.

Constantinescu E., *Phyllosilicates magnésiens de la zone d'altération hydrothermale des skarns de Stînăpari*, St. tehn. ec., Inst. geol., ser. I., Bucureşti, 1978.

Constantinescu E., Anastasiu N., *Néphéline du massif alcalin de Ditrău*. Anal. Univ. Buc., XXVIII, 7, 1979.

Constantinescu E., Anastasiu N., *Chemical-mineralogical investigations on the triasic lower cretaceous sedimentary rocks between the Nera and the Radimna Valleys*, Rev. roum. géol., géopys., géogr., ser. géol., 22, p. 121—127, Bucureşti, 1978.

Constantinescu E., Popescu Gh. C., *Clintonite des skarns d'Oraviţa — particularités de la composition chimique et de la structure cristalline*, St. tehn. ec., Inst. Geol., Bucureşti, 1978.

Correns C. W., *Einführung in die Mineralogie*, Berlin, Springer Verlag 1949.

Cotta B., *Erzlagerstätten in Banat und Serbien*, Viena, 1864.

Dana E. S., *Mineralogy*, New York, 1892.

Dana S. A., *Textbook of Mineralog*, Fourth Edition, revised and enlarged by William E. Ford, New York, John Wiley & Soc. Inc., 1960.

Deer, Howie, Zussman, *Rock-Forming Minerals*, vol. I—IV, London, 1960—1963.

Dimitrescu R., *Observaţii asupra geologiei regiunii Cîrjelari (Dobrogea de N.)*, D.d.S., 42, 1959.

Dimitrescu R., *Studiul geologic şi petrografic al regiunii Arada-Muntele Mare*, D.d.S., 47, 1962.

Dimitrescu R., Ioachim Gr., *Contribuţii la cunoaşterea granaţilor din partea de sud—vest a Masivului Muntele Mare*, D.d.S., LVIII, 1971.

Dimofte C., *Observaţii geologice şi petrografice în cristalinul versantului nordic al munţilor Făgăraş între Valea Oltului şi Vîrful Surul*, Anal. Univ. Bucureşti, 12, 37, 1963.

Dobra Gh., Popescu Gh. C., *Nickel bearing serpentines of Musongati (Burundi)*, Rev. Roum. Géol., 23, 1, 63—68, Bucureşti, 1979.

Duparc L., Mrazec L., *Sur un schiste chloritoide des Carpathes Arch*, Sci., phys. nat., 116, Ref. Z. K., 1896, 25, 1893.

Erdély J., *Hidrohalloysit (Hidroendellit) a halloysit csoport új ásványa Nagybányáról (Baia Mare, România), és a Mátrából*, Földt. Évi, Jel, 1959, 1962.

Fleischer M., *Minor elements in some sulphide minerals*, Ec. Geol., part. II, 1965.

Franzeanau A., *Anglesit von Felső Vissó, T-rajzi*, Fuz., 8, Z. K., 1885, 10, 1884.

Frenzel G., *Ein neues Mineral: Idait,* Neues Jahrb. Min. Monat, 42, 1959.

Gheorghiţă Ioana, *Studiul mineralogic şi petrografic al regiunii Moldova Nouă (zona Sovorov — Valea Mare),* St. tehn. ec., Inst. Geol., ser. I, II, Bucureşti, 1975.

Gheorghiţescu D., *Consideraţii privind mineralogia skarnelor cu mineralizaţii cuprifere de la Varad,* St. Cerc. Geol. Geof. Geogr., seria geol., 17, 1, 49—66, Bucureşti, 1972.

Gheorghiţescu D., *Studiul mineralogic şi geochimic al formaţiunilor de contact termic şi metasomatic de la Oraviţa (Sosoviţa).* D.d.S. Inst. Geol., LXI, 1975.

Gâţă Gh., *Contribuţii la studiul metodelor de determinare a structurii şi compoziţiei chimice a mineralelor argiloase din soluri şi sedimente,* Com. Ses., 1963.

Gherasi N., Dimitrescu R., Kasper U., Vulpescu G., *Contributions au problème des éclogites. Les éclogites des monts Ezer et Leaota (Carpathes Méridionales, Roumanie),* T.M.P.M., Verlag, 1971.

Ghica-Budeşti Şt., *Les plagioclases des banatites étudiés par la méthode Fédoroff,* Schw. Min. Petr., Mitt., 11, 1931.

Ghika-Budeşti Şt., *Les Carpathes méridionales centrales (Recherches pétrographiques et géologiques entre le Parîng et le Negoi),* An. Inst. Geol., 20, 1940.

Ghiţulescu T. P., *Comunicare asupra zăcămintelor de minereuri de la Rodna Veche,* D.d.S., 18 (1929—1930), 1931.

Ghiţulescu T. P., *Note préliminaire sur les gisements métallifères de la région de courbure des Carpathes Orientales,* Bull. Acad. Roum., 21, 3—4, 1939.

Ghiţulescu T. P., Socolescu M., *Étude géologique et minière des Monts Métallifères (Quadrilatère aurifère et régions environnantes),* An. Inst. Geol., 21, 1941.

Ghiţulescu T. P., Giuşcă D., *Contribution à l'étude de la minéralisation des gisements de Bucium (distr. Alba),* Bull. Acad. Roum., 20, 7, 1938.

Giuşcă D., *Sur quelques minéraux de Transylvanie,* Bull. Acad. Roum., 12, 6, 1929.

Giuşcă D., *Cristallochimie des silicates simples à terres rares,* Bull. Lab. Min., vol. I, 1934.

Giuşcă D., *La genèse du gisement aurifère de Săcărîmb,* C. R. Acad. Sci., 1, 3, 1963 a.

Giuşcă D., *Le chimisme de nagyagite,* Bul. Soc. Rom. Geol., 3, 1937 a.

Giuşcă D., *Les phénomènes des métamorphisme hydrothermal des roches paléozoïques des Monts du Bihor (Transylvanie),* Bul. Lab. Min., 2, 1937 b.

Giuşcă D., *Un nouveau gisement des zéolithes dans les Monts du Bihor,* C. R. Acad. Sci., 8, 1945.

Giuşcă D., *Contribution à la connaissance des cornéennes du Bihor,* An. Inst. Geol., 23, 1950 b.

Giuşcă D., *Observaţii asupra mineralizaţiilor cuprifere din masivul Highiş — Reg. Arad,* Anal. Univ. Bucureşti, 16, 1957.

Giuşcă D., *Adularizarea vulcanitelor din regiunea Baia-Mare,* St. Cerc. Geol. Geof. Geogr., ser. geol., 3, tom V, Bucureşti, 1960.

Giuşcă D., *Observaţii asupra formaţiunilor cristaline şi metamorfismul de contact al granitelor din masivul Highiş,* St. Cerc. Geol. Geof. Geogr., ser. geol., 2, tom VII, Bucureşti, 1962.

Giuşcă D., *Contribuţii la studiul mineralogic al zăcămintelor de mangan de la Răzoare şi Delineşti,* Stud. Cerc., 7, 3—4, 1962 b.

Giuşcă D., *Le xylotile dans la formation ferrugineuse de Palazu Mare (Dobrogea),* Rev. Roum. Géol., Géogr., Géophys., 2, tome 15, 1971.

Giuşcă D., *La saponite ferrifère dans la formation ferrugineuse de Palazu Mare (Dobrodja),* Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., 1, tome 16, 1972.

Giuşcă D., *Ludovic Mrazec — profesor şi petrograf,* Bul. Soc. Şt. Geol. R.S.R., vol. XIII, 1971.

Giuşcă D., *Petrologia rocilor endogene,* Editura tehnică, Bucureşti, 1974.

Giuşcă D., Bacalu V., Popescu I. C., *Studiul mineralogic al zonei de oxidaţie a zăcămîntului de sulfuri polimetalice de la Somova,* Anal. Univ. Buc., vol. XVI, nr. 1, 1967.

Giuşcă D., Berbeleac I., Ionescu Olga, Volanschi E., *Consideraţii mineralogice şi geochimice asupra zăcămîntului de sulfuri polimetalice de la Brusturi (Munţii Bihor)*, St. Cerc. Geol. Geofiz. Geogr., ser. geol., 1, tom 18, 1973.
Giuşcă D., Cioflica G., Udubaşa G., *Metallogenesis associated to neogene volcanism in the Romanian Carpathians*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., ser. géol., 1, Tome 13, 1969.
Giuşcă D., Manilici V., Ştiopol V., *Contributions à l'étude du gisement de Baia Sprie*, Asoc. Geol. Carp. — Balc, Congr. V (1961), Com. şt., 2, Bucureşti, 1963.
Giuşcă D., Pavelescu L., *Contribuţii la studiul masivelor granitice de Suşiţa şi Tismana*, Com. Acad., 3, tom V, 1955.
Giuşcă D., Pavelescu L., *Contribuţii la studiul cristalografic al mineralelor din zăcămîntul de la Muşca*, Com. Acad. 4, 11—12, 1954.
Giuşcă D., Biloiu M., Stiopol V., Rădulescu D., Dimitrescu R. *Studiul petrografic al masivului Poiana Ruscă de sud—vest*, D.d.S., 40 (1952—1953), 1956,
Goldschmidt V., *Atlas der Crystallformen*, vol. 4, Universiät buchhandlung, Heidelberg, 1918.
Goldschmidt V., *Pyrit von Porkura, Kis — Almas, Csetras*, Z. K. 38, 1904.
Goldschmit V., Philipp H., *Pyrit von Csetras*, Z. K., 36, 1902.
Grigorescu D., *The petrography of the glauconitic quarzarenite in the Black Schists, nappe (The section of the Covasna valley)*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., 2, tome 14, 1970.
Grim E. R., *Clay Mineralogy*, New York, McGraw-Hill Book Company inc., 1953.
Gurău A., Vişoiu I., Scarlat L., *Prezenţa fuchsitului în gabbrourile de Plavişeviţa, Munţii Almajului, Banatul de Sud*, D.d.S., vol. LXIII, 1976.
Gurău A., Gridan T., Samoilă I., *Asupra prezenţei unor sulfosăruri de argint şi germaniu, în zăcămîntul Roşia — Poieni, jud. Alba*, D.d.S., vol. LXIII, 1976.
Haidinger M. W., *Über den Felsőbánya, eine neue Mineralspezies*, Sitzungsber. Akad. Wien, 12, 1854.
Haidinger M. W., *Der Kenngottit, eine neue Mineralspezies von Felsőbánya*, Sitzungsber. Akad. Wien, 22, 1856.
Haidinger M. W., *Über den Haüynfels von Ditrö*, Jb. R. A., 12, 1862.
Hey M. H., *Au index of mineral species and varieties orranged chemically*, Brit. Museum (Nat. Hist.), London, 1955 (2nd Edition).
Hîrtopanu Paulina, Hîrtopanu I., *Tephroite in the Sebeş — Cibin Mountains (the South Carpathians)*, Anal. Univ. Bucureşti, 1978.
Howie R. A., *Curent trends in mineralogy*, Earth Sc. Rew., vol. 3, p. 31—46, 1967.
Huică I., Pieptea Vasilica, Neacşu Gh., *Date noi asupra cloritoidului din formaţiunea de Schela (Carpaţii Meridionali Centrali)*, D.d.S., vol. LXI (1973—1974).
Ianovici V., *Gabbro à olivine provenant de Pîrîul Jolotca, Ditrău, district Ciuc*, Anal. Univ. Iaşi, 18, 1933 b.
Ianovici V., *Étude sur le massif syénitique de Ditrău, région Jolotca, distr. Ciuc (Transilvania)*, Rev. Muz. Cluj, 4, 2, 1934 a.
Ianovici V., *Étude minéralogique sur les micas de la région de Voineasa*, Anal. Univ. Iaşi, 25, 2, 1939.
Ianovici V., Giuşcă D., Ştiopol V., Bacalu V., *Studiul mineralizărilor din zăcămintele de baritină şi sulfuri metalice în regiunea Somova*, Anal. Univ. Bucureşti, 15, 1957 a.
Ianovici V., Giuşcă D., Ştiopol V., Mînzăraru L., *Studiul fiziografic al zăcămîntului de sulfuri polimetalice de la Gemenea*, Anal. Univ. Bucureşti, 16, 1957 b.

Ianovici V., Ştiopol Victoria, Măldărescu I., Popescu C. Gh., *Metalogeneza chimmerică din Dobrogea de Nord*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., tom 22, Bucureşti, 1977.

Ianovici V., Neacşu Gh., *Asupra prezenţei nacritului în argilele liasice inferioare din Pădurea Craiului*. St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., 13, 2 (1968).

Ianovici V., Neacşu Gh., *La murgocite un nouveau minéral du groupe des hydrosillicales magnesiennes*, Rev. Roum., sér. géol., 14, 1 (1970).

Imrch J., *Noua ocurenţă de celestină de la Dumbrava şi Cluj*, Bul. Univ. Babeş-Bolyai, 1, 1–2, 1957 b.

Ionescu Bujor, *Über die kristallstruktur des Epidots* I, Zeitschrift fur kristallographice, Bd. 78, Heft 5/6, 1931.

Ionescu Jana, *Studiul valorificării sienitelor alcaline nefelinice de la Ditrău ca înlocuitor al feldspatului în industria ceramică*. St. Cerc., Geol., Geof., Geogr., ser.geol., vol. 8, 4, Bucureşti, 1963.

Ionescu J., Popescu M., Întorsureanu I., *Prezenţa ludwigitului în skarnele de la Băişoara — Munţii Apuseni*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., 2, tom 16, Bucureşti, 1971.

Istrate G., Medeşan Alexandrina, *Zeolites from the Vlădeasa Massif*., Rev. Roum. Géol., Géophys., sér. géol., tome 21, Bucureşti, 1977.

Istrate G., Ştefan A., *Spurrite şi tilleyte în dealul Cornelu*, St. Cerc., ser. geol., 1978.

Kerr P., *Optical Mineralogy*, Mc. Graw-Hill Co., 1977.

Kenngott A., *Der Hörnesit, ein neues Mineral aus dem Banat*, N. Jb. Min, 11, 1860.

Kissling Al., *Studii mineralogice şi petrografice în zona de exoskarn de la Ocna de Fier (Banat)*. Editura Academiei, Bucureşti, 1967.

Kittel Ch., *Introducere în fizica corpului solid* (trad. din limba engleză), Editura tehnică, Bucureşti, 1972.

Kleinfeldt E., *Studien am Eisenglanz von Dognacska*, N. Jb. Min., B. B. 24, Ref. Z. K., 1910, 47, 1907.

Koch Al., *Landorite de Felsőbánya*, Ann. Mus. Hung., 29, Ref. N. Jb. Min., partea I, 1928, 1926 b.

Koch S., *Ludwigite from Ocna de Fier (Vaské, Banat, Romania)*, Acta. Szeged. 13, 1960.

Koch S., Grasselly G., *Altait from Stănija (Sztanizsa, Romania)*, Acta. Szeged, 4, 1950.

Kraus E. Z., Goldberry J. P., *The chemical composition of bornite and its relation to other sulphosalts*. Am. J. Sci., 37, 539–553, 1914.

Krautner H., *Azbestul crisolitic din serpentinitele Banatului de SE*, Stud. Cerc. Geol., 7, 3–4, 1962.

Krenner J. S. (A), *Tellursilber von Boles, in Siebenburgen*, T.-t. Kozl., 11, Ref. Z. K., 1880, 4, 1879.

Krenner J. S. (A), *Bismutin von Moravicza*, T.-t. Közl., 14, Ref, Z. K., 1884, 8, 1882.

Krenner J. S. (A), *Empleklit und der sogenannte Tremolit von Rézbánya*, F. K., 14, Ref. Z. K., 1886, 11, Ref. Verh. R. A. 1885, 1884.

Krenner J. S. (A), *Miargyrit und Kenngottit von Felsőbánya*, Z. K. 32, 1894.

Krenner J., *Berthierit Felsőbányáról*, Math. t.-t. Ért. 45, 1928.

Kullerud G., Yund R., *Cu – S system*, Geol. Soc. Am. Bull. 71, 1911–1912., 1960.

Lacroix A., *Mineralogie de la France*, Paris, 1893.

Laney A., *Metallic and Industrial Mineral Deposits*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1966.

Latiu V., *Contribuţiuni la studiul calcografic al minereurilor din filoanele metalifere ale Transilvaniei. Asociaţiile paragenetice de la Rodna Veche*, Rev. Muz. Cluj, 3, 2, 1930.

Latiu V., *Contribuţiuni la studiul petrogenetic al andezitului cu pseudobrookit şi cu incluziuni exogene de la Uroi (jud. Hunedoara)*, Rev. Muz. Cluj, 6, 1937.

L a t i u V., *Contribuţii la studiul micrografic şi negativ al minereurilor de mangan din masa zăcămîntului de la Răzoare (Someş)*, Bul. Comunicări ştiinţifice şi tehnice, 2, Inst. polit. Timişoara, 1956.

L a v e s F., H o f n e r S., *Infrared spectra of feldspars*, Zeitsch. Krist., 108, p. 56—63, 1956.

L a v e s F., V i s h a w a n s t h a n R., *Relation between the Axial Angle and Triclinicity of K-Feldspars and Their Significance for Definition of „Stable" and „Undstable" States of Alkali Feldspar Schw.*, Miner. Petr. Mitt, 47, 1., p. 147—162, Berna, 1967.

L a z ă r C., Î n t o r s u r e a n u I., P o p e s c u M., *Studiul petrografic al rocilor banatitice din zona Maşca — Băişoara (Munţii Apuseni)*, D.d.S., vol. LVIII, 1971.

L e r z H., *Über eine hydrothermale Paragenese von Anatas, Brookit und Rutil von Dorfer Keesfleck, Pragaten Osttirol*, N. Jb. Min. v. 11, 414—419, 1968.

L è v y C., *Contribution à la minéralogie des sulfures de cuivre du type* Cu_3XS_4, Mem. Bur. Rech. Geol. Min., 54, 1967.

L i n d g r e e n W., *The copper deposits of Clifton Morenci, district. Arizona*, U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 43, 370, Washington, 1905.

L o c z k a J., *Chemische Analyse de Plumosits von Felsőbánya*, Ann. Mus. Hung., 6, Ref. Z. K., 1911, 48, 1908.

L ö w M., *Miargyrit von Nagybánya*, F. K., 40, Ref. Z. K., 1914, 53, 1910.

L u c c a V., *Regiunea auriferă de la Someşul Rece, jud. Cluj*, Rev. Muz. Cluj, 6, 1—2, 1937.

L u p e i N., *Sinteză geologică şi de geologie minieră a munţilor Metaliferi*, Asoc. Geol. Carp. — Balc., Congr. (1961), Comunic. şt., 5, Bucureşti, 1963.

M a c K e n z i e W. S., *The ortoclase-microclin inversion*, Mineralogical Mag., v. 30, 1954.;

M a i e r W. O., *Stilpnomelangesteine des Locva-Kristallins (Rumänien)*, N. Jb. Miner. Abh., 110, 2, Stuttgart, 1969.

M a n i l i c i V., *Contribuţiuni la studiul rocilor efuzive din zona Baia Sprie — Dăneşti — Trestia — Bloaja (Reg. Baia Mare)*, D.d.S., 46 (1958—1959), 1962.

M a n i l i c i V., R o ş c a L., A p o s t o l e s c u R., *Contribuţii la studiul feldspaţilor plagioclazi ai rocilor efuzive din sectorul Baia Sprie — Cavnic — Bloaja (Baia Mare)*, Stud. Cerc., 6, 1, 1961.

M a r e ş I., M a r e ş I o a n a, P o p e s c u G h., Ş e c l ă m a n M., *Asupra transformărilor care au loc în glauconite sub acţiunea variaţiilor de temperatură*, Com. Geol. III, 281—286, Bucureşti, 1965.

M a r f u n i n S. A., *The relation between structure and optical orientation in potash-soda feldspars*, Inst. L. Mallada Curs. Y. Conf., fasc. 8, Madrid, 1962.

M a r k a G., *Einige Notizen über das Banater — Gebirge. Der Bergbau Moravica*, Jb. R. A., 19, 1869.

M a s t a c a n G h., *Observaţiuni asupra mineralizaţiei de la Şoimuş — Highiş, reg. Arad*, Lucr. I.P.G.G., 4, 1958.

M a s t a c a n G h., M a s t a c a n I u l i a, *Mineralogie*, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1976.

M a u c h e r A., R e h w a l d G., *Card indes of Ore Photomicrographs*, Verlag., Frankfurt, 1962.

M a u r i t z B., *Der Cancrinit von Ditró*, Math. t.t. Ért. 30, ref. Z. K. 1920—1921, 55, 1912 a.

M ă l d ă r e s c u I. C., *Relations entre l'augite l' hypersthène dans certaines andesites de Baia Mare*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 21, Bucureşti, 1977.

M ă l d ă r e s c u I. C., *Studiul mineralogic şi geochimic al mineralizaţiilor de la Şuior*, Univ. Buc., 1970.

M ă l d ă r e s c u I., M ă l d ă r e s c u A., *Asupra unor probleme privind alterările hidrotermale din regiunea Baia Mare*. Anal. Univ. Bucureşti, Geol., 1, 27—39, 1965.

M ă l d ă r e s c u I. C., *Asupra limitelor de aplicabilitate ale metodei omogenizării incluziunilor fluide*. Mine, Petrol şi Gaze, 27, 3, 140—143, 1967.

M î n z ă r a r u L i d i a, *Amfibolii şi piroxenii din eruptivul munţilor Bîrgău*, Anal. Univ. Bucureşti, 11, 32, 1962.

M î r z a I., *Date asupra prezenţei metahalloysitului în filonul Mihai de la Tarna Mare (jud. Satu Mare)*, Stud. Univ. Babeş-Bolyai, 1974.

M î r z a I., *Studiul calcografic preliminar al minereului cuprifer de pe valea Cioara (Baia de Arieş)*, Stud. Univ. Babeş-Bolyai, fasc. 2, 1972.

M î r z a I., E g r i E., *Consideraţii genetice asupra nodulilor peridotitici din bazaltele alcaline de la Muncelu Mic — Muncelu Mare (M-ţii Poiana Ruscăi)*, St. Cerc., Geol., Geogr., Geofiz., ser. geol., 1, tom 16, Bucureşti, 1971.

M î r z a I., G h e r g a r i u L., *Bentonitul de la Valea Chioarului (reg. Maramureş)*, Rev. Min., 14, 1, 1963.

M r a z e c L., *Note préliminaire sur un granite à riebeckite et aegyrine des environs de Turcoaia (Dobrogea)*, Bul. Soc. şt., 8, 1899.

M r a z e c L., *Curs general de minerale şi roci*, Bucureşti, 1938.

M r a z e c L., *Progresul ştiinţei mineralogice în cei 40 de ani din urmă*, Bul. Lab. Min., vol. II, 1937.

M r a z e c L., *Programul analitic al cursurilor şi lucrărilor practice pe lîngă catedra de Mineralogie Generală a Universităţii din Bucureşti*, Bul. Lab. Min., 1937.

M r a z e c L., G i u ş c ă D., *Contributions à la conaissance de l'origine de l'épidote dans le granite (protogine) du Mont Blanc*, Bul. Lab. Min., vol. I, 1934.

M r a z e c L., G i u ş c ă D., *Consideration sur l'origine de l'épidote et en particulier dans les roches magmatiques*, Bul. Soc. Rom. Geol., 1, 1934.

M r a z e c L., G i u ş c ă D., *Substanţe consitutive ale scoarţei Pămîntului*, Tabele rezumative, Bucureşti, 1943.

M u r e ş a n I., *Geologia şi petrografia părţii de NV a Munţilor Gilău*, Editura Academiei, Bucureşti 1979.

M u r e ş a n M., *Contribuţii la studiul mineralizaţiei de lamprite a filonului 10 Antoniu (Valea Morii, Brad)*, D.d.S., 47 (1959—1960), 1962.

N e a c ş u G., *Contribuţiuni la cunoaşterea bentonitelor de la Pîrvova (Banat)*, D.d.S., 46, (1958—1959), 1962.

N e a c ş u G., *La mrazécite un nouveau montmorillonite magnesien*, Rev. Roum., sér. géol., 14, 1, (1970).

N e a c ş u Gh., U r c a n T., 10,50 Å *Hydromica, a principal component of „Kaolin" from the Harghita area*, Stud. tehn. ec., seria I, nr. 14, Bucureşti, 1978.

N e a c ş u Gh., U r c a n T., S e r g h i e R o d i c a, *Mg-Hydrothermal argillization in the Sasca Montană area*. Stud. tehn. ec., seria I, nr. 14, Bucureşti, 1978.

N e f f O., *Über Antimonit von Felsőbánya*, Beitr. zur Krystall. u. Mineral., 1 (1914—1918), Heidelberg, 1918.

N i c h i t a O., *L'augite des monts Călimani*, Anal. Univ. Iaşi, 23, 2, 1937.

N i c o l a u T h., *L'étude cristalographique de l'olgiste trouvé par M. P. Poni près du village Crucea*, Anal. Univ. Iaşi, 3, 4, 1906.

N i c o l a e T h., *La manganite d'Arschitza*, Anal. Univ. Iaşi, 10, 1920.

O e l s e n r O. H a b i l, *Atlas der wichtigsten Mineralparagenesen im Mikroskopischen Bil Bergakademie*, Freiberg, 1961.

P a l a c h e Ch., B e r m a n H., F r o n d e l C., *The System of Mineralogy*, vol. 1—2, ed. a VII-a, John Willey, New York, 1963.

P a s c u R., *Zăcămintele de minereuri manganifere din regiunea Broşteni, jud. Neamţu*, An. Inst. Geol., 11, 1926.

P a v e l e s c u L., *Cercetări geologice în Munţii Retezat*, D.d.S., 37, (1949—1950), 1953 c.

Pavelescu L., *Contribuții la studiul petrografic al rocilor bazice și ultrabazice din D. Ursului, Masivul Lotrului*, Bul. șt., 7, 4, 1955 a.
Pavelescu L., *Considerații mineralogice asupra unor șisturi cu silicați de mangan și fier din Munții Sebeș*, Com. Acad., 5, 2, 1955 b.
Pavelescu L., *Cercetări geologice și petrografice în Munții Sebeș*, An. Inst. Geol., 28, 1955 c.
Pavelescu L., *Petrografia rocilor sedimentare*, Editura didactică și pedagogică, București, 1966.
Pavelescu L., *Contribuții la studiul amfibolilor din cristalinul getic*, St. Cerc. Geol. Geof. Geogr., ser. geol., tom 19, București, 1974.
Pavelescu L., *Geologia și petrografia regiunii Rușchița*, An. Inst. Geol., 31, 1958.
Pavelescu L., Pavelescu Maria, *Contributions to the chemical and optical properties of cordierite from the Căpățîna — Lotru Mts*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 19, București, 1975.
Petrulian N., *Étude chalcographique du gisement de plomb et de zinc de Herja (Transilvanie, Roumanie)*, An. Inst. Geol., 16, 1934 a.
Petrulian N., *Étude chalcographique du gisement aurifère de Roșia Montană (Transilvanie, Roumanie)*, An. Inst. Geol., 16, 1934 b.
Petrulian N., *Étude chalcographique des chromites du Banat*, Bul. Soc. Rom. Geol., 2, 1935.
Petrulian N., *Les minerais de cobalt de la Valea lui Neguleț (Bădenii — Ungureni)*, An. Inst. Geol., 17, 1936 a.
Petrulian N., *Le gisement aurifère de la Valea lui Stan*, An. Inst. Geol., 17, 1936 b.
Petrulian N., *La minéralisation aurifère de Vîrful Negrii*, Bull. Acad. Rom., 24, 1, 1942.
Petrulian N., *La pyrrhotine nickèlifère de Ciungani, Monts de Drocea, Transylvanie*, Bull. Acad. Roum., 25, 1943.
Petrulian N., Brana V., *Asupra mineralizației cuprifere de la Mușca (Patrulaterul aurifer)*, Com. Acad., 2, 11—12, 1952.
Petreuș I., Kasper U. H., *Surface structures of sphalerite crystals from Rodna Veche ore deposit (Romania)*, N. Jb. Miner. Mh., Stuttgart, 1970.
Petreuș I., *The divided structure of crystals. Secondary structures and habits*, N. Jb. Miner. Abh., Stuttgart, 1974.
Petreuș I., *Studiul cristalografic și mineralogic al piritei sedimentare*, Univ. București, 1974.
Pieptea V., Neacșu Gh., *Macrocrystals of a well-ordered triclinic kaolinite from Moldova Nouă (Banat)*, Stud. tehn. ec., seria I, nr. 14, București, 1978.
Pitulea G., Tănăsescu Fl., Mînzăraru Lidia, *Asupra prezenței witheritului în zăcămîntul de baritină de la Ostra*, St. Cerc., 8, 3, 1963.
Pomîrleanu V., *Cercetări experimentale cu privire la temperatura de formare a cristalelor de cuarț din zăcămîntul hidrotermal de la Herja (reg. Baia Mare)*, Bul. șt., 2, 3—4, 1957.
Poni P., *Mineralele de la Bădenii-Ungureni*, An. Bir. geol., 2, 1, 1884.
Poni P., *Étude sur les minèraux de la Roumanie*, Anal. Univ. Iași, I, 1, 1900.
Popescu Gh. G., *The role of epitaxy in the oriented dispositien of pyrite and magnetite in the copper-bearing ore of Bălan*, Rev. Roum., Géol., Géophys., Géogr., sér. Géol. 2, tome 15, 1971.
Popescu Gh. G., *Studiul formațiunilor cristaline cu sulfuri metalice din zona Bălan, Munții Hăghimaș, Ciuc*, MMPG, ODPT, Studii de sinteză, București, 1974.
Popescu Gh. C., *Asupra prezenței maucheritulului în mineralizația de nichel de la Bădeni (M. Leaota)*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., 13, 2, 431—435, București, 1968.
Popescu Gh. C., *Observații asupra cîtorva aspecte morfologice ale unor cristale din zăcămîntul Herja (Baia Mare)*, Anal. Univ. Buc., 1964.
Popescu Gh. C., *Asupra conținuturilor de Ni și Co din unele pirite din cadrul seriei metamorfice a Carpaților Orientali*, Anal. Univ. București, 1970.

P o p e s c u G h. C., *Relația dintre compoziția cloritelor și mineralele asociate în zăcămintele de sulfuri din șisturile cristaline de la Altîn Tepe și Bălan*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr. 20, 2, 171—178, București, 1978.
P o p e s c u G h. C., C o n s t a n t i n e s c u E., *Observații mineralogice asupra skarnelor și mineralizațiilor din regiunea Oravița*, Anal. Univ. București, geol., an XXVI, 1977.
P o p e s c u I., *Contribuții la studiul calcitelor din R.P.R.*, Anal. Univ. București, 20, 1958.
R a f a l e t A n g e l a, *Notă asupra rocilor din aureola de contact a masivelor granodioritice de la Pietroasa și Budureasa (M-ții Bihor)*, Asoc. geol. Carpato-balcanică, Congr. al V-lea (1961), Comunic. șt., 2, 1963.
R a m d o h r P., *Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen*, Akad. Verlag, Berlin, 3-e Auflage, 1960.
R a m d o h r P., U d u b a ș a G h., *Frohbergit — Vorkommen in den Golderzlagerstätten von Săcărîmb und Fața Băii (Rumänien)*, Mineral. Deposita, Springer — Verlag, 1973.
R a m d o h r P., S t r u n z H., *Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie*, ediția a 12-a prelucrată, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1967.
R a n k a m a K., S a h a m a T., *Geochemistry* (traducere din limba engleză), Editura tehnică, București, 1970.
R ă d u l e s c u D., *Petrografia rocilor sedimentare*, Editura didactică și pedagogică, București, 1965.
R ă d u l e s c u D., *Observații asupra variației compoziției feldspaților plagioclazi zonați*, Bul. șt., 4, 2, 1952.
R ă d u l e s c u D., *Contribuții la studiul mineralogic al depozitelor saline din R.P.R.*, Rev. Min. Buc., 4—5, 1954.
R ă d u l e s c u D., *Einge auf rumänischen Salzlagerstätten erstmalig festgestellte Minerale*, N. Jb. Min. Mh., 10, 1958 a.
R ă d u l e s c u D., *Studiul petrografic al formațiunilor eruptive din regiunea Seini — Ilba — Nistru (Baia-Mare)*, An. Inst. Geol., 31, 1958 b.
R ă d u l e s c u D., *Cercetări mineralogice în zăcămîntul de săruri de potasiu și magneziu de la Tg. Ocna-Găleanu*, St. Cerc., 5, 3, 1960.
R ă d u l e s c u D., *Contribuții la cunoașterea lotritelor din R.P.R.*, Com. Acad., 11, 1, 1961.
R ă d u l e s c u D., *Contribuții la cunoașterea mineralelor din zăcămintele de mangan din Moldova de Nord*, D.d.S., 43 (1955—1956), 1962.
R ă d u l e s c u D., A n a s t a s i u N., *Originea, dinamica și diageneza sedimentelor*, Tip. Univ., București, 1979.
R ă d u l e s c u D., D u m i t r e s c u R., *Mineralogia topografică a României*, Ed. Acad., București, 1966.
R ă d u l e s c u D., I g n a t V., *Neotokit in den Mangan-Erzen von Jakobeny (Rumänien)*, N. Jb. Min., Mh. 2—3, 1958.
R o m a n D., *Masivul eruptiv de la Greci (jud. Tulcea, Dobrogea)*, An. Inst. Geol., 7, 1817.
R u s s o D o i n a, *Contribuții la cunoașterea feldspaților plagioclazi din vulcanitele neogene din regiunea Baia Mare*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., 1, tom 17, București, 1972.
S a n d u R. D., *Contribuții la studiul oxizilor de mangan*, Lucr. I.P.G.G., 6, 1960.
S a v u H., *Cercetări petrografice în cristalinul Masivului Drocea*, D.d.S., 44 (1956—1957), 1962 c.
S a v u H., *Contribuțiuni la cunoașterea zăcămintelor de mangan din regiunea Delinești (M. Semenic)*, D.d.S., 46 (1958—1959), 1962 d.
S a v u H., C o l i o s E l e n a, *Manganiferous ferimuscovites from the southern carpathians (Romania)*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 21, București, 1977.
S a v u M., *Une dannemorite asbestiforme de Șarul Dornei*, Bul. Soc. Rom. Geol., 1932, 1, 1932 b.
S a u l e a - B o c e a E., *La constitution minéralogique du sable alluvial de Pianul de Sus (distr. Alba, Roumanie)*, Anal. Univ. Iași, 21 (1935).

Schmidt A., *Über den Bournonit von Nagybánya, T-raizi Füx*, 14, Z. K. 1892, 20, 1891.
Schneiderhöhn H., *Erzmikroskopisches Practikum*, Stuttgart, 1952.
Schneiderhöhn H., *Die Erzlagerstättem*, Jena, 1958.
Schouten C., *Determination tables for ore microscopy*, Elsevier, Amsterdam, 1962.
Seki Y., *Relation between chemical composition and lattice constants of enidote*, Am. Min., 44, 1959.
Slavik Fr., *Note sur l'antophyllite manganésifère des mines de Jacobeni — Arşiţa*, Anal. Univ. Iaşi, 15, 1928.
Smith V. J., *Feldspar Minerals* (2 vol.), Springer Verlag, Berlin, 1974.
Smykatz Kloss, *Differential thermal analysis.*, New York, 1975.
Socolescu M., *Les gisements de fer et de manganèse dans la parti supérieure du bassin de l'Arieş*, C.R.d.S., 26, (1937—1938), 1941.
Socolescu M., *Les affleurements de minerai de la région de Vatra — Şoimu — Buceava — Săvîrşin — Zam (départ. de Hunedoara et d'Arad)*, C.R.d.S., 28 (1939—1940), 1944.
Socolescu M., *Asupra geologiei regiunii Băile Borşei*, D.d.S., 36 (1948—1949), 1952.
Socolescu M., Andronescu A., Duma N., *Noi observaţii mineralogice privind mineralizaţia polimetalică din zăcămîntul Ilba — Hondal*, Rev. Min., 13, 10, 1962.
Socolescu M., Bonea L., Haiduc P., *Contribuţii la cunoaşterea mineralizaţiei cuprifere de la Pirul lui Avram (M. Apuseni)*, Rev. Min., 14, 9, 1963.
Socolescu M., Butucescu N., Popescu Th., Samoilă I., Teodorescu D., Dragila N., *Contribuţii la cunoaşterea mineralizaţiei stanifere din minereul de la Baia Borşa — Burloaia*, Rev. Min., 13, 11, 1962.
Socolescu M., Diaconu F., Kissling M., *Contribuţii la cunoaşterea genezei mineralizaţiei din Valea Blaznei*, Rev. Min., 12, 6, 1961.
Socolescu M., Ghiţulescu T. P., *Les gisements sédimentaires d'or d'âge tertiaire dans les Monts Apuseni*, C.R.d.S., 23 (1934—1935), 1940.
Socolescu M., Superceanu C., *Noi mineralizaţii cuprifere cu domeykit şi algodonit în Munţii Metalici*, Rev. Min., 11, 10, 1960.
Sorensen H., *The Alkaline Rocks*, John Willey, London, 1974.
Stanciu V., *Talcul de la Cerişor*, Rev. Muz. Cluj, 1, 1, 1925 a.
Stanciu V., *Formele cristaline ale ceruzitelor de la Dognecea şi Roşia Montană*, Rev. Muz. Clu, 1, 1, 1925 b.
Stiopol Victoria, *Geochimie*, Editura didactică şi pedagogică, Bucreşti, 1963.
Stiopol Victoria, *Studiul mineralogic al mineralizaţiilor complexe din zăcămintele filojniene din Munţii Ţibleş*, Anal. Univ. Bucureşti, 10, 1956.
Stiopol Victoria, *Studiul mineralogic şi geochimic al complexului filonian din Munţii Ţibleşului*, Ed Acad. R.P.R Bucureşti, 1962.
Stiopol Victoria, Măldărescu I., Popescu Gh., Martinof Gh., *Cortelu ore deposits (North Dobrogea) — a new model on its formation*, Rev. Roum. Géol., Géoph., Géogr., sér. géol., 20, 2, 184, 1976.
Stoicovici E., *Contribuţii la cunoaşterea nisipurilor aluvionare din Munţii Apuseni*, Rev. Muz., Cluj, 6, 1—2, 1937.
Stoicovici E., *Nouvelle occurrences de baryline dans la NW de la Roumanie*, An. Inst. Geol., 23, 1950.
Stoicovici E., *Contribuţii la cunoaşterea mineralelor cu titan. I. Nisipurile titanifere*, Bul. Univ. Babeş-Bolyai, 1—2, 1957.
Stoicovici E., Ghergariu L., Mîrza I., *Studiul unor iviri de fosforit diagenetic din R.P.R.*, Stud. Cerc., 7, 3—4, 1962.
Stoicovici E., Moţiu A., *Caracterul mineralogic şi structural al cromitelor din Banat*, Stud. Univ. Babeş-Bolyai, 1960.

Stoicovici E., Mureşan I., *Zăcămintele de minereuri de fier şi modul de formare a acestora*, Rev. Min., 13, 3, 1962.

Streckeisen A., *Das Nepdhelinsyenit Massiv von Ditrö*, Schw. Miner. Petr., Mitt., 54., 1, Berna (1952–1954).

Streckeisen A., *Das Nephelinsyenit-Massiv von Ditrö (Siebenbürgen)*, I, II, Schw., Min. Petr. Mitt., 32, 34, 1952, 1954.

Streckeisen A., Giuşcă D., *Der Nephelin-Cancrinit-Syenit von Orşova (Rumänien)*, Bul. Soc. Rom. Geol., 1, 1932.

Strunz N., *Mineralogische Tabellen*, ed. a 3-a, Leipzig, 1957.

Sundius N., *The classification of the hornblendes and the solid solution relation in the amphibole group Sverig*, geol. Unders. Arbok, 40, 4, 1, 1946.

Superceanu C., *Noi apariţiuni de scheelit în zăcămintele de contact din provincia geochimică a banatitelor*, Rev. Min., 7, 4; 5; 7,6; 1956 b.

Superceanu C., *Studiu calcografic asupra mineralizaţiei cuprifere de la Deva, Transilvania*, Rev. Min., 9, 3, 1958 a.

Superceanu C., *Skarne vesuvianice şi granatice cu conţinut de beriliu şi bor în zăcămîntul de contact de la Ciclova — Banatul de sud-vest*, Rev. Min., 9, 12, 1958 b.

Şeclăman M., *Two types of myrmekite and their genesis*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 20, nr. 1, 1976.

Şeclăman M., *Contribuţii la cunoaşterea myrmekitelor*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., tom 16, 1971.

Şeclăman M., *Contribuţii la cunoaşterea structurilor grafice*, Stud. Cerc. Geol., 1, 16, 133–146, 1971.

Şeclăman M., Constantinescu E., *Metasomatic origin of some micrographic intergrowths*, Amer. Min., vol. 57, no. 5–6, 1972.

Ştefan A., *Studiul petrografic al părţii de est a Masivului eruptiv Vlădeasa*, Univ. Bucureşti, 1977.

Ştefan A., Istrate G., *Gehlenit în skarnele de la Măgureaua Vaţei*, St., Cerc. Geol., 1978.

Thorez J., *Phyllosilicates and clay minerals*, Ed. G. Lelotte. B., 4 820 Dison Belgique, 1975.

Tokody L., *Vivianit von Kisbánya*, Schw. Min. Petr. Mitt., 29, 1949 b.

Tokody L., *Elaterit von Borpatak — Valea Borcutului, Rumänien*, N. Jb. Min. Mh., 12, 1963.

Tokody L., Vavrinecz G., *A vasköi ankerit és cosalit*, F. K, 65, 1935.

Treiber I., *Hematita din Munţii Călimani*, Stud. Cerc. Geol. Geogr., Cluj, 7, 1–4, 1956.

Trif A., *Silimanitul de pe valea Ierii*, Stud. Cerc., Cluj, 3, 1–2, 1952.

Trifulescu M., Mureşan M., *Azbestul crizotilic din Banat şi vestul Olteniei*, D.d.S., 47, (1959–1960), 1962.

Tröger B. W. E., *Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale*, Stuttgart, 1952.

Turner J. Fr., Verhoogen L., *Petrologie magmatică şi metaforică* (traducere din limba engleză), Editura tehnică, Bucureşti, 1967.

Udubaşa G., *Mackinawit şi calcopirotină în minereurile epigenetice de la Rodna, Carpaţii Orientali*, D.d.S., vol. LXII (1974–1975), 45–57.

Udubaşa G., *Listvenitele din Banatul de sud (Regiunea Eibenthal — Baia Nouă)*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., 2, tom 15, 1970.

Udubaşa G., Medeşan Alexandrina, Ottemann J., *Über Geochemie und Einfluss von Fe, Mn, Cd und Cu auf die Gitterkonstante natürlicher Zinkblenden*, N. Jb. Miner. Abh. 121, Stuttgart, 1974.

Udubaşa G., Istrate G., Dafin E., Braun A., *Mineralizaţiile polimetalice de la Bocşa (N. de Săcărîmb, Munţii Metaliferi)*, D.d.S., vol. LXII, 97–124, 1976.

Udubaşa G., *Hydrothermal rutile in the Barza-Carpen gold bearing ore deposit, Metaliferi Mountains*, D.d.S., LXIV, 1978.
Uytenbogaardt W., Burke J. A. E., *Tables for microscopic identification of ore minerals*, (Ed. II) Elsevier., Amsterdam, 1971.
Vendl M., *Kalkspat von Vaskő, Antimonit von Handal*, F. K., 51—52, 1922.
Vlad N. Ş., Vasiliu Cecilia, *Some chemical characteristics of the pyroxenic skarns from Dognecea, Banat, Romania*, Norsk, Geol. Tidsskrift, vol. 49, nr. 4, 1969.
Vlad Ş., *Mineralogeneza skarnelor de la Dognecea*, Ed. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1974.
Wahlstrom E., *Igneous Minerals and Rocks*, Departament of Geological Sciences, University Colorado, 1969.
Watanabe T., *Kotoit, ein neues gesteinbildendes Magnesiumborat*, T.M.P.M., 50, 1939.
Weinschenk E., *Über einen eigenartin ausgebildeten Diopsid von Morawicza (Vaskő)*, T.P.P.M. 23, Ref. Z. K. 1906, 41, 1903.
Willar L. R., Rapp G. R., Weber J. R., *Encyclopedia of minerals*, Van Nostrand RT Reinhold, New York, 1974.
Winchell H., *The composition and physical properties of garnet*, Am. Min., 43, 1958.
Winchell A. N., Winchell H., *Elements of Optical Mineralogy*, New York, 1957.
Wright T., *X-ray and Optical Study of Alkali Feldspar*, Amer. Miner., 53, Washington, 1968.
Zimanyi K., *Über den rosenrothen Aragonit von Dognácska im Comitate Krasso — Szörény*, Z. K., 31, 1899.
Zimanyi K., *Über den Tetraedrit vom Botes — Berge*, Z. K., 34, 1901.
Zsivny V., *Über das Vorkommen des Semseyits unde Fizelyits in Nagybánya*, K. F., 73, 1943.
Zussman J., *Physical Methods in Determinative Mineralogy*, Academic Press, London, 1969.
* * * *International Tables for the Determination of Crystal Structures*, New York, 1935.
* * * *Istoria ştiinţelor în România: geologia, geofizica, geodezia, geografia*, Ed. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1977.

INDEX DE MINERALE[1]

A

Acantit 781, 784
Acmit sin. egirin
Acrohordit 409
Actinot 521, 524, 789
Adamit 408
Adelit 407
Aderpertite 590
Adular 587, 599, 789, 793
Afrosiderit sin. brunsvigit
Agalmatolit var. pirofilit 561
Agat var. calcedonie 639
Aguilarit 58, 67
Aikinit 61, 137
Akermanit 469, 496, 778, 789
Alabandină 58, 77, 763
Alascait 63
Alaun de amoniu 347, 366
Alaun de potasiu 347, 365
Alaun de sodiu 347, 365
Albit 587, 599, 604, 779, 782, 789, 793
Alexandrit var. crisoberil 232
Algodonit 57, 65
Allactit 407
Allanit 469, 493, 790, 797
Allemontit 29, 44
Alluaudit 404
Almandin 468, 477, 789
Alofan 539, 546, 784
Alstonit 276, 303
Altait 58, 76, 762, 800
Aluminit 349
Alumohidrocalcit 277
Alunit 348, 378, 789, 796, 784
Alunogen 348, 376
Amarantit 349
Amarillit 347
Amazonit var. microclin 598
Ambligonit 407, 432, 673, 798, 784
Amesit 541, 789
Ametist 636
Amfiboli 521, 773, 784
Amfigen sin. leucit
Amiant var. tremolit 524
Amonioborit 328
Amoniojarosit 348
Ampangabeit 158
Analbit 589
Analcit 587, 617, 789
Anapait 406
Anatas 155, 188, 773, 781, 789
Anauxit 539, 545
Ancilit 277, 321
Andaluzit 468, 482, 773, 789, 793
Andersonit 276
Andezin 587, 604
Andorit 62, 145
Andradit 468, 477, 789
Andrewsit 407
Anglezit 346, 358, 779, 781, 799
Anhidrit 346, 359, 773, 778, 779, 781, 789, 793
Ankerit 276, 299, 779, 784
Annabergit 406, 425, 673
Annit 540, 576
Anortit 587, 604, 779, 782, 789, 793, 794
Anortoză 587, 599
Anthoinit 391
Antigorit 540, 552, 789
Antimonit sin. stibină
Antimoniu 29, 45, 762, 796
Antipertite 603
Antlerit 348, 377
Antofilit 521, 522, 780, 789
Apatit 408, 438, 778, 789, 798
Aphthitalit 346, 351
Apjohnit 348
Apofilit 541, 585
Aragonit 276, 293, 784, 789, 793
Aramayoit 62, 140
Arcanit 346, 351, 781
Ardealit 350, 411
Arfvedsonit 521, 535
Argentit 58, 67, 762, 796
Argentopirita 59, 93
Argentojarosit 348
Argint 29, 32, 762, 780, 792, 794, 796
Argirodit 61, 123
Argiropirita 59, 93
Arizonit 158, 245
Arrojadit 405
Arsen 29, 43, 762
Arseniopleit 408
Arseniosiderit 410
Arsenobismit 408

[1] Numărul paginii la care este descris mineralul apare specificat prin caractere aldine.

Arsenoclasit 407
Arsenolamprit 29, **44**
Arsenolit 154, **175**
Arsenopirită sin. mispichel
Artinit 277, 784
Arzrunit 262
Asbolan var. wad **185**
Ascharit 328, **339**, 797
Aschroftin 588
Astrofilit 469, **489**
Atacamit 261, **271**
Atelestit 407
Attapulgit 789, 784
Augelit 408
Augit 506, **513**
Aur 29, **30**, 762, 792, 794, 796
Auricalcit 277, **311**, 784
Auripigment 59, **98**, 762, 781, 792, 796
Aurosmiridiu 29
Austinit 407
Autunit 410, **672**
Aventurin var. cuarț **636**
Avogadrit 261
Axinit 469, **496**
Azurit, 277, **315**, 779, 789, 798, 784

B

Badenit 59, **98**
Baddeleyit 155, **193**, 801
Bakerit 328
Banalsit 587, **610**
Bandylit 328
Bararit 262
Barbertonit 156, **210**
Barbierit 599
Baritină 346, **353**, 773, 778, 779, 781, 789, 796
Baritocalcit 276, **303**
Baritofilit var. cloritoid **578**
Barkevikit 521, **528**
Basaluminit 349
Bassanit 347
Bassetit 410
Bastit **509**
Bastnäsit 277, **320**, 797, 784
Baumhauerit 62
Bauxit 156
Bavalit sin. dafnit
Bayldonit 409
Bayleyt 276
Beaverit 348
Becquerelit 155, **198**
Beegerit 61
Beidelit 539, **552**, 789
Bellingerit 341, **342**
Benitoit 469, **505**
Benjaminit 62
Beraunit 410
Berezovit 387
Beril 469, **497**, 778, 789, 797
Berilonit 405
Berlinit 405
Bermanit 410
Berthierit 63, **149**, 762, 796
Berthonit 61
Bertrandit 797
Berzelianit 58, **68**
Berzeliit 405, **414**
Betafit 158, **255**, 763, 783
Beudantit 411
Beyerit 277, **318**
Bianchit 347
Bieberit 347
Bilinit 348
Biotit 540, **573**, 773, 789, 784
Bischofit 260, **269**, 799
Bismit 155, **192**
Bismoclit 261
Bismut 29, **45**, 762, 781, 797
Bismutină 59, **100**, 797
Bismutit 277, 762, 797
Bismutotantalit 157, **244**
Bixbyit 154, **178**, 764
Bjelkit var. cosalit **143**
Blendă 58, **77**, 763, 780, 781, 792, 794, 797, 798, 801, 784
Blödit 346
Bobierrit 406
Böhmit 155, **206**, 789, 795, 784
Bolcit 261
Boothit 347
Boracit 328, **340**
Borax 328, **334**, 797, 784
Borickit 409
Bornit 58, **73**, 762, 780, 798, 784
Bort var. diamant **52**
Botallackit 261
Botriogen 349
Boulangerit 62, **139**, 762, 796, 799, 784
Bournonit 61, **135**, 763, 798, 799
Boussingaultit 346
Bradleyit 277
Braggit 59
Brandtit 406
Brannerit 158, **246**, 763, 801
Braunit 154, **178**, 763, 799
Bravoit 60, **106**, 764
Brazilianit 408
Breithauptit 59, **90**, 763
Brewsterit **633**
Brochantit 348, **376**, 798
Bromellit 154, **165**
Bromirit 260, **266**, 778
Bronzit 506, **507**
Brookit 155, **189**, 773, 789
Brucit 155, **201**, 779, 789, 784
Brugnatellit 156, **211**, 784
Brunsvigit var. clorit **582**
Brushit 405
Buetschliit 276
Bunsenit 154
Burkeit 350
Bursait 768
Bustamit 469

Butlerit 349, 383
Buttgenbachit 349
Bytownit 587, 604

C

Cacoxenit 411
Cadwaladerit 261
Cahnit 329
Calamină sin. hemimorfit
Calaverit 60, 119, 781, 796, 800
Calcantit 347, 369, 779
Calcedonie 639
Calcedonit var. calcedonie 639, 739
Calcioferit 410
Calcioancilit 321
Calciovolborthit 407
Calcit 275, 279, 773, 778, 779, 782, 789, 793, 784
Calcoalunit 349, 380
Calcoamplit var. piroclor 239
Calcocianit 346
Calcofanit 157, 762
Calcofilit 411
Calcopirită 58, 81, 763, 780, 781, 797, 784
Calcopirotină 780
Calcosiderit 410, 451
Calcostibit 62, 141, 763
Calcozină 58, 70, 762, 780, 781, 794, 797, 784
Caledonit 350, 386
Calomel 260
Camselit sin. ascharit
Cancrinit 587, 621, 779
Canfieldit 61, 123
Caolinit 539, 541, 789, 796, 784
Caracolit 348
Carbonat apatit 408, 438
Carbonado var. diamant 52
Carminit 409
Carnalit 261, 272, 799
Carneol var. calcedonie 639
Carnotit 410, 456, 801
Carrollit 59, 97, 762
Carfosiderit 348
Caryinit 405
Casiterit 155, 185, 764, 773, 800
Celestină 346, 356, 778, 781, 789, 793, 800
Celsian 587, 608, 779
Ceruleit 409
Ceruzit 276, 297, 799
Cervantit 155, 191
Cesarolit 157, 237
Chabazit 588, 630, 789
Chamosit 541, 789, 798
Chenevixit 408
Chessylit sin. azurit
Childrenit 409, 449
Chiolit 262
Chiviatit 63
Chondrodit 676, 681
Churchit 406
Cilindrit 63, 800
Cinabru 59, 95, 794, 799
Citrin var. cuarț 636
Clarkeit 155, 198
Claudetit 154, 176
Clausthalit 58, 76
Cleavelantit var. albit 589
Cleveit var. uraninit 194
Cliachit var. bauxită (mineraloid) 754
Clinoclaz 407
Clinoclor 541, 789
Clinoenstatit 506, 509, 778, 793, 794
Clinoferosilit 693
Clinohipersten 506, 509
Clinohumit 676, 681
Clinoungemachit 349
Clinozoizit 469, 491
Clintonit 540, 576
Cloantit 60, 119, 799
Cloraluminit 260
Clorapatit 408, 438, 778
Clorite 541, 581, 789, 784
Cloritoid 540, 577, 789
Clorocalcit 261
Clorofenicit 406
Cloromagnezit 260
Cloromanganokalit 262
Cloromelanit var. diopsid **511, 519**
Clorotionit 348
Cloroxifit 261
Cobaltină 60, 107, 764, 781, 797
Cobaltocalcit 276, 289
Coccinit 260
Cocinerit 57, 66
Codazzit var. ankerit 302
Coeruleolactit 410
Coesit 640, 793
Coffinit 763
Cohenit 29, 40
Colemanit 328, 336, 784
Collinsit 406
Colofan 746, 747, 753
Coloradoit 58, 81
Columbit 158, 250, 799
Columbomicrolit var. piroclor 239
Columbtantalit 764
Colusit 61, 131
Conicalcit 407
Connelit 349
Cooperit 59, 96, 799
Copiapit 350, 384
Coquimbit 348
Cordierit 469, 498, 773, 778, 789
Cordilit 277, 320
Corindon 154, 168, 773, 780, 789, 792
Corkit 411
Cornetit 407
Cornwallit 407
Coronadit 157, 236, 764
Corundofilit 541
Corvusit 155
Cosalit 62, 143
Cotunnit 260
Coulsonit 768

Covelină 59, 93, 762, 792, 794, 797
Crandallit 407
Crennerit 156
Creedit 262
Criolit 262, 273, 778, 781, 789, 784
Criolitionit 261
Cripthalit 261
Crisoberil 156, 232, 797
Crisocol 469, 502, 798, 784
Crisolit 468
Crisotil 540, 552, 789, 793, 784
Cristal de stîncă var. cuarț 636
Cristobalit 640, 778, 789, 793, 784
Crizopraz var. calcedonie 639
Crocidolit var. riebeckit 533
Crocoit 387, 388
Cromdiopsid var. diopsid **511**
Cromit 156, 228, 764, 773, 797
Crookesit 58, 68
Crossit var. glaucofan 708
Csiklovait 768
Cuarț 635, 773, 781, 782, 789, 793, 784
Cuarțină 639, 739
Cubanit 59, 92, 763, 779, 780
Cumengeit 261
Cummingtonit 521, 525
Cuprit 154, 158, 763, 798
Cuproasbolan var. wad **185**
Cuprocopiapit 350, 384
Cuprotungstit 391, 400
Cupru 29, 33, 762, 792, 794, 797
Curit 155, 199
Cyanocroit 346
Cyanotrichit 349, 389

D

Dachiardit 588, 633
Dafnit 653, 713
Dahlit var. apatit 741, 748
Damourit sin. sericit
Danalit 620
Danburit 587, 611, 780
Dannemorit var. cummingtonit **526**
Darapskit 323
Datolit 468, 797
Daubréeit 261
Daubreelit 59
Davidit 764, 783
Daviesit 260
Davisonit 409
Dawsonit 277, 317
Dehrnit 408
Delafossit 156, 215
Delessit 713
Delorenzit 158
Deltait 408
Delvauxit 409
Descloizit 407, 801
Desmin sin. stilbit
Devillit 349
Deweylit var. serpentină **552**
Dewindtit 408, 437
Diabantit 582
Diaboleit 261
Diadochit 411
Diaforit 61, 138
Dialag var. augit 694
Dialogit sin. rodocrozit
Diamant 29, 51, 782, 792, 794
Diaspor 156, 216, 789, 795, 784
Dickinsonit 405, 421
Dickit 539, 544, 789, 784
Dietrichit 348, 376
Dietzeit 341, 343
Digenit 58, 68, 762, 780
Dimorfit 58, 73
Diopsid 506, 510, 778, 790, 793, 794
Diopsid-jadeit var. diopsid **511**
Dioptaz 469, 502
Disanalyt var. perovskit **235**
Discrasit 57, 66, 762, 780
Disten 468, 484, 773, 790, 793
Djalmait 158, 256
Dolerofanit 348
Dolomit 276, 299, 779, 790, 793, 799, 784
Domeykit 47, 65
Douglasit 261
Dravit var. turmalină **499**
Dufrenit 408
Dufrenoysit 62
Duftit 407
Dumontit 409
Dumortierit 734, 741
Dundasit 277
Durangit 407
Duserit 408

E

Eastonit 540
Eckermanit 521, 535
Edenit 521, 527
Edingtonit 588, 628
Egirin 506, 517, 790
Eglestonit 260, 269
Eguëit 410
Elatolit var. calcit 282
Elbait var turmalină 499
Electrum 762, 796
Eleolit var. nefelin **612**
Ellestadit 408
Ellsworthit var. piroclor **239**
Elpasolit 262
Emplectit 62, 142, 763
Empressit 59, 97
Enargit 61, 132, 762, 798
Englishit 410
Enstatit 506, 507, 781, 782, 790
Eosforit 409, 449
Epidot 469, 491, 790
Epigonit 61
Epistilbit 588, 629
Epsomit 347, 373, 780, 790
Erbit var. fergusonit **241**
Erinit 407
Eriocalcit 260

Erionit 588, 633
Eritrină 406, 425, 784
Eritrosiderit 261
Eschinit 158, 252, 783
Eschwegeit 158, 249
Ettringit 349
Eucairit 58, 68
Euclorin 348
Eucroit 409, 449
Eudialit 469, 503, 801
Eulyt 506, 507
Euxenit 158, 248, 763, 783
Evansit 409

F

Fairchildit 276
Fairfieldit 406, 422
Fadenpertite 590
Famatinit 61, 131, 763
Farmacolit 405, 420
Farmacosiderit 411
Fassait 506, 520
Faujasit 588, 632
Fayalit 468, 469, 778, 790, 793
Feldspaţi 587, 781, 782
Felsöbanyit 349, 382
Fenacit 468, 477
Fengit 540, 559
Ferberit 391, 392, 801
Fergusonit 157, 241, 783, 799, 800
Ferierit 588, 633
Ferihaloisit 790
Ferimolibdat 391, 401
Ferimuscovit var. muscovit 563
Ferinatrit 347
Ferisicklerit 404
Feristilpnomelan 578
Feritungstit 391, 401
Fermorit 408
Feroactinot 521, 524
Ferodolomit 301
Feroedenit 521, 527
Ferofengit var. muscovit 563
Ferogedrit 521
Ferohastingsit 521, 527
Ferohipersten 506, 507
Ferohortonolit 468
Ferosalit 510
Ferosilit 506, 507
Ferostilpnomelan 578
Ferotschermakit 521, 527
Ferruccit 261
Fibroferit 349, 384
Fiedlerit 261
Fier 29, 38, 794
Fierrodonit var. rodonit 504
Fillowit 405
Filonpertite 590
Fizelyit 62, 144
Fleekenpertite 590
Flinkit 407
Flogopit 540, 571, 790, 793
Florencit 408
Fluellit 262
Fluoborit 328, 338
Fluocerit 260
Fluor apatit 408, 438, 778
Fluorină 260, 266, 778, 793, 798, 784
Forbesit 405
Formanit 157, 241
Forsterit 468, 469, 778, 790, 793
Fosfoferit 406
Fosfofilit 406
Fosforrösslerit 405
Fosfuranilit 408, 437
Fosgenit 277, 784
Fourmarierit 155, 199
Fowlerit var. rodonit 504
Franckeit 62, 144
Franklinit 156, 224, 801
Freibergit 763
Freieslebenit 61, 138
Freirinit 409
Friseit 59, 93
Frondelit 408
Fuchsit var. muscovit 540, 563
Fülöppit 62, 146

G

Gagarinit 260
Gahnit 156, 221
Galaxit 156, 221
Galenă 58, 74, 762, 780, 792, 794, 799, 800, 784
Galenobismutină 63, 148
Garnierit 540, 555, 799
Gaylussit 276, 307, 784
Gearksutit 262
Gedrit 521, 522
Gehlenit 469, 496, 778
Geikielit 154, 173
Genthelvit 621
Geocronit 61, 133
Georgiadesit 407
Gerhardit 323, 326
Germanit 61, 131, 798, 784
Gersdorfit 60, 109, 763
Gheaţa 154, 160, 792
Gibbsit 156, 213, 790, 795, 784
Gimnit sin. deweylit
Ginorit 328
Gips 347, 367, 773, 779, 790, 793, 800, 784
Gismondit 588, 632, 784
Gladit 63
Glaskopf var. hematit 171
Glauberit 346, 361
Glaucocerinit 349
Glaucocroit 468, 473
Glaucodot 60, 116, 764
Glaucofan 521, 533
Glauconit 540, 570, 773, 790, 784
Glockerit 349
Gmelinit 588, 631
Goethit 156, 217, 763, 779, 790, 784
Goldfieldit 61

Gonnardit 588, 628
Gorceixit 407
Gordonit 410
Goslarit 347, 373, 784
Goyazit 407
Grafit 29, 53, 762, 773, 790, 792, 794, 784
Graftonit 405
Granaţi 468, 773
Grängesit sin. brunsvigit
Gratonit 61, 134
Greenockit 58, 85
Grifit 408
Grossular 468, 477, 790, 793
Grünlingit 57, 64
Grünerit 521, 525
Guanajuatit 59, 101
Gudmundit 60 59
Guildit 349
Guitermanit 61
Gummit 155, 197
Gunnbjarnit var. sepiolit 555

H

Haidingerit 405, 784
Halit 260, 263, 782, 793, 800, 784
Halloysit 539, 545, 784
Halotrichit 348, 375
Hambergit 328, 338
Hammarit 62
Hanksit 350, 386
Hannayit 405, 419
Harmotom 588, 630
Hastingsit 527, 703
Hatchettolit var. piroclor 239
Hauerit 60, 107
Hausmanit 156, 229, 763, 790, 799, 784
Haüyn 587, 619
Hectorit 539, 784
Hedenbergit 506, 512
Hedyfan 408, 443
Heliotrop var. calcedonie 639
Helvit 620, 797
Hemafibrit 409
Hematit 154, 170, 764, 773, 780, 790, 792, 798, 784
Hematofanit 157
Hematolit 406
Hemimorfit 469, 488, 801, 784
Hercinit 156, 221
Herderit 407, 782
Herzenbergit 59
Hessit 58, 69, 762, 781, 800
Heterolit 156, 231
Heteromorfit 62, 147
Heterosit 405
Heulandit 588, 628, 790, 784
Hexahidrit 347, 370
Hialofan 587, 608
Hialosiderit 468
Hidderit var. spodumen 516
Hidrargilit sin. gibbsit
Hidrobasaluminit 349
Hidroboracit 328, 337, 797
Hidrocalumit 156, 215
Hidroceruzit 277, 316
Hidrofilit 260, 778
Hidrogoethit 156
Hidroheterolit 156, 231
Hidromagnezit 277, 316, 784
Hidromuscovit 540, 559, 790
Hidrotalcit 155, 208, 784
Hidroxil-apatit 408, 438
Hidrozincit 276, 784
Hieratit 261
Hilgardit 328
Hinsdalit 411
Hipersten 506, 507, 790
Högbomit 157
Hohmannit 349
Holdenit 406
Hollandit 157, 236, 763
Holmquistit var. perovskit 234, 521
Hopeit 406, 422
Hornblendă 521, 790
Hornblendă bazaltică 521, 528
Hornblendă comună 521, 527
Hornblendă titaniferă var. hornblendă 703
Hörnesit 406, 427
Horsfordit 57, 66
Hortonolit 468
Howlit 328
Hübnerit 391, 392, 801
Hühnerkobelit 404
Hulsit 328, 331
Humit 676, 874
Hureaulit 405
Hutchinsonit 63, 147

I

Iantinit 155, 201
Iddingsit 744, 748, 756
Idocraz sin. Vezuvian
Ilesit 347
Illit 540, 557, 790, 784
Ilmenit 154, 173, 763, 773, 780, 781, 790, 798, 800
Ilsemannit 155
Ilvait 469, 489
Inderborit 328, 338
Inderit 328
Inyoit 328
Iodirit 260
Iridosmiu sin. newjanskit
Isikawait 157
Isoclasit 409

J

Jacobsit 156, 224, 763
Jad var. actinot 524
Jadeit 506, 519, 794
Jamesonit 62, 145, 796, 799
Jarlit 262
Jarosit 348, 370
Jasp var. calcedonie 639

Jefferisit sin. vermiculit
Jeffersonit var. hedembergit 512
Jeremejevit 328
Jezeckit 407
Johannit 349
Johannsenit 506, 513
Jordanit 61, 135
Joseit 57, 64

K

Kainit 349, 382, 780
Kaliborit 328
Kalicinit 275
Kalinit 347
Kaliofilit 614, 778, 782, 793
Kalkowskit 158, 246
Kalsilit 587, 614
Kamarezit 349
Kammererit var. clorit 582
Katoforit 521
Kempit 261
Kerargirit 260, 266, 778, 796
Kerit sin. vermiculit
Kermesit 59, 101
Kernit 328, 334, 784
Kieserit 347, 366, 790, 799
Kirovit 347, 370
Klebelsbergit 349, 381
Kleinit 261
Klockmannit 59, 94
Knebelit 468, 473
Knopit var. perovskit 235
Kobellit 62, 143, 762
Koechlinit 391, 400
Köttigit 406
Koktait 346
Kolbeckit 411
Koppit var. piroclor 239
Kornelit 348
Kornische var. casiterit 185
Kotoit 328, 332, 797
Krausit 347
Kremersit 261
Krennerit 60, 118
Kribergit 411
Kröhnkit 346
Kunzit var. spodumen 516
Kupfferit 521, 525
Kurnakovit 328
Kutnahorit 276, 302
Kyanit sin. disten

L

Labradorit 587, 604, 790
Lamprofilit 468
Lanarkit 348
Landesit 406
Langbeinit 346, 362, 778
Langit 349, 381
Lansfordit 276, 305
Lanthanit 276, 309
Lapislazuli sin. lazurit 620
Larderellit 328
Larnit 778
Laubmannit 407
Laumontit 588, 631, 790, 784
Laurionit 261, 270
Laurit 60
Lausenit 348
Lautarit 341
Lautit 60
Lawrencit 260
Lawsonit 469, 488
Lazulit 409, 446, 672
Lazurit 619
Leadhillit 277, 321
Lechatelierit 641
Lecontit 346
Legrandit 410
Lehiit 409
Leightonit 347
Lengenbachit 61, 134
Leonhardit 631
Leonit 346, 363
Lepidocrocit 155, 205, 763, 784
Lepidolit 540, 567, 790, 797, 798, 799
Lepidomelan var. biotit 790
Letovicit 345
Letzpertite 590
Leucit 587, 615, 778, 782, 793, 796
Leucocalcit 409
Leucofosfit 409
Leucoxen 773
Levynit 588, 631
Lewistonit 408
Libethenit 408, 436
Liebigit 276
Lillianit 61, 135
Limit 154, 164, 792
Limonit 156, 219, 798, 784
Lindackerit 411
Lindgrenit 391, 401
Lindströmit 62
Linarit 348, 377
Linneit 59, 97
Liroconit 409
Liskeardit 409
Litargă 154, 167
Litiofilit 404, 413, 798
Liveingit 62
Livingstonit 63
Lizardit 540, 552
Löllingit 60, 110, 763, 779, 796
Loeweit 346
Loparit var. perovskit 234, 797, 799, 800
Lopezit 387, 388
Lorandit 62, 142
Loranskit 157
Lorettoit 260
Loseyt 276, 310
Lotrit 469, 494
Ludlamit 410

Ludwigit 328, 329, 797
Lüneburgit 328
Luzonit 769

M

Macintoshit var. thorit 476
Mackinawit var. pirotină 769
Maghemit 156, 228, 764, 781
Magnetit 156, 224, 763, 773, 779, 780, 781, 792, 798, 784
Magnetoplumbit 157
Magneziocromit 156, 228
Magneziocopiapit 350, 384
Magnezioferit 156, 224
Magneziokatoforit 521
Magnezioriebeckit 521
Magnezit 275, 284, 790, 793, 799, 784
Magneziumclorofenicit 406
Malachit 277, 313, 779, 790, 798, 784
Malacon var. zircon 475
Maldonit 29, 31
Malladrit 262
Mallardit 347, 372
Manasseit 156, 210
Manganalluaudit 404
Manganberzeliit 405
Manganit 154, 206, 763, 790, 799, 784
Manganhedenbergit 512
Manganodolomit var. dolomit 301
Manganoflogopit var. flogopit 572
Manganolangbrinit 346
Manganozit 154, 163
Manganstilpnomelan 578
Mansfieldit 406, 429
Marcasită 60, 112, 764, 784
Marialit 623
Marignacit var. piroclor 239
Margarit 540, 576
Marmatit var. blendă 78, 781
Marshit 260
Martit var. hematit 172
Mascagnit 345, 350
Massicot 154, 167
Matildit 62, 140, 780, 781
Matlockit 261
Maucherit 58, 72, 763
Meionit 623
Melaconit sin. tenorit
Melanit var. andradit 774
Melanterit 347, 370, 780, 790, 784
Melilit 469, 496, 790
Melnicovit var. pirită 105
Melonit 60
Menaccamit var. ilmenit 175
Mendipit 260
Mendozit 347
Meneghinit 61
Mercallit 345, 350
Mercur 29, 34, 792, 794
Metaautunit 410
Metacinabarit 58, 80, 794
Metahalloysit 539, 790
Metahohmannit 349
Metasideronatrit 349
Metastrengit 406
Metatorbernit 410
Meta uranopilit 349, 381
Metavariscit 406
Metavauxit 410
Metavoltin 349
Metazeunerit 410
Meyerhofferit 328
Mezolit 587, 626
Miargirit 62, 139, 762
Mice 540, 784
Microclin 587, 597, 782, 790, 793, 794
Microlit 157, 237, 783
Miersit 260
Millerit 59, 90, 763
Millisit 409
Mimetit 408, 442
Minasragrit 346
Minium 154, 168
Minyulit 410
Mirabilit 346, 362, 790, 784
Misenit 345
Mispichel 60, 114, 764, 796
Mitridatit 410
Mitscherlichit 261
Mixit 409
Moissanit 29, 41
Molibdenit 60, 116, 762, 799, 784
Molysit 260
Monalbit sin. barbierit
Monazit 405, 417, 672, 797, 800
Monetit 404
Monotermit sin. illit
Montebrasit 407, 432
Monteponit 154, 164
Monticellit 468, 473, 778, 790
Montgomeryit 410
Montmorillonit 539, 551, 790, 784
Montroydit 154, 167
Mooreit 349
Mordenit 588, 632
Morenosit 347, 374
Morinit 407
Moschellandsbergit 29, 35
Mosesit 261
Mossit 158, 246
Mottramit 407
Mrazecit var. montmorillonit 809
Mullit 778, 790
Muschetovit var. magnetit 172
Muscovit 540, 562, 773, 790, 793, 784
Muthmannit 59, 97

N

Nacrit 539, 544, 790
Nagyagit 57, 64, 796, 800
Nahcolit 276, 277, 784
Nantokit 260
Natroalunit 348, 378
Natrocalcit 349, 383
Natrofilit 404
Natrojarosit 348, 379

Natrolit 587, 626, 784
Natromontebrastt 407, 432
Natron 276, 305, 784
Naumanit 58, 67, 762, 781
Nefelin 587, 612, 782, 790, 793, 795
Nefrit sin. jad. 790
Nelsonit var. ilmenit 175
Nemalit var. brucit 203
Neopermutil sin. glauconit
Neotantalit var. piroclor 239
Nesquehonit 276, 784, 304
Nevjanskit 29, 37, 799
Newberyit 405
Niccolit sin. nichelină
Nichelină 59, 88, 763, 799
Nichel — fier 29, 39
Nichel skutterudit 60
Niggliit 60
Nitrobarit 323, 325
Nitrocalcit 323, 325
Nitrokalit 323, 324
Nitrommit 323, 325
Nitronatrit 323, 324
Nitromagnezit 323, 326
Niverut var. uraninit 194
Nocerit 261
Nontronit 539, 552, 790, 784
Nordenskiöldin 328
Northuptit 277
Nosean 587, 619, 790
Noumeit sin. garnierit

O

Ocru var. limonit 219
Oldhamit 58, 77
Oligist var. hematit 170
Oligoclaz 587, 604, 790
Oligonit var. rodocrozit 289
Oliveirait 158, 246
Olivenit 408, 435
Olivină 468, 469, 790, 799
Omfacit 506, 520
Oxix var. calcedonie 639
Onix de marmoră var. calcit 281
Opal 640, 784
Orangit var. thorit 476
Ortit sin. allanit
Ortoză 587, 594, 778, 779, 790
Osbornit 29, 41
Otavit 276, 291
Overit 410
Oxid de cadmiu sin. monteponit
Owyheeit 62

P

Pahnolit 262
Paigeit 328, 329
Pagodit var. pirofilit 561
Paladium 29, 36, 799
Palagonit sin. sticlă vulcanică
Palmierit 346
Palygorskit 540, 555, 784
Paraatacamit 261
Parabutlerit 349, 383
Paracelsian 587
Paracoquimbit 348
Paragonit 540, 566, 790
Parahilgardit 328
Parahopeit 406
Paralaurionit 261
Paramelaconit 154, 166
Pararammelsbergit 60, 112, 764
Paravauxit 410
Parawollastonit 503
Parisit 277, 319, 797, 784
Pargasit 521, 527
Parkerit 60
Parsonsit 409
Paternoit 328
Patronit 801
Pearceit 60, 122, 762, 796
Pectolit 469, 505, 790
Penfieldit 261
Pehblendă 763, 800
Pennin 541, 790
Penroseit 60
Pentahidrit 347
Pentahidrocalcit 276
Pentlandit 59, 91, 763, 780, 799
Percylit 261
Periclaz 154, 162, 790, 792
Periclin 589
Perovskit 157, 234, 791
Petalit 587, 614, 778, 782, 798
Petzit 58, 70, 800
Philipsit 588, 630
Phönicochroit 387, 389
Pickeringit 348, 375
Picnoclorit var. clorit
Picrofarmacolit 406
Picrofengit var. muscovit 563
Picromerit 346, 364
Picrotefroit 473
Piemontit 469, 492
Pigeonit 506, 516, 781
Pilolit var. sepiolit 555
Pinakiolit 328, 330
Pinnoit 328
Pirargirit 61, 124, 762, 796
Pirită 60, 102, 764, 773, 779, 792, 800, 784
Piroaurit 155, 209
Pirobelonit 407, 432
Piroclor 157, 237, 763, 799, 800
Pirocroit 155, 203
Pirofanit 154, 173
Pirofilit 540, 560, 791, 784
Piroluzit 154, 183, 762, 791, 799, 784
Piromorfit 408, 442, 673, 791, 799
Pirop 468, 477, 791
Pirostilpnit 61, 126
Pirotină 59, 86, 763, 773, 780, 800, 784
Piroxeni 506, 773
Piroxmangit var. rodonit 504
Pirssonit 276, 306, 784
Pisanit 347, 370

Pisantit var. melanterit 372
Pistacit var. epidot 686
Pitticit 411, 457
Plagioclazi 587
Plagionit 62, 146
Platenpertite 590
Platina 29, 35, 762, 794
Platiniridium 29, 37
Plattnerit 155, 187
Platynit 63
Pleonast var. spinel 658
Plumb 29, 34, 794
Plumbodolomit var. dolomit 301
Plumboferit 157
Plumbogummit 407
Plumbojarosit 348
Plumozit var. jamesonit 762
Poliargirit 60, 122
Polibazit 60, 121, 796
Polidimit 59, 97
Policraz 158, 248, 783
Polihalit 347, 364, 779, 784
Polimignit 157, 242
Pollucit 587, 618, 797
Ponit var. rodocrozit 289
Portlandit 155, 204
Potarit 29
Powellit 391, 397
Prehnit 541, 585, 791
Priceit 328
Priorit 158, 252, 783
Probertit 328, 335
Proclorit 541
Prosem var. cuarţ 636
Prosopit 262
Proustit 61, 125, 762, 796
Pahnolit 262
Pseudoboleit 261
Pseudobrookit 157, 235
Pseudocotunnit 261
Pseudomalachit 407, 431
Pseudowollastonit 778
Psilomelan 156, 211, 763, 791, 799
Pumpellyit sin. lotrit
Purpurit 405
Pyrrhit var. piroclor 239

Q

Quenselit 157, 233
Quenstedtit 348

R

Rabdofan 406
Ralstonit 262
Ramdohrit 62, 144
Rammelsbergit 60, 112, 763
Ransomit 348
Raspit 391, 400
Rathit 72
Ratovkit var. fluorină 267
Realgar 59, 96, 762, 781, 792, 796
Reddingit 406
Redingtonit 348
Renardit 409
Renierit 798
Retgersit 347
Retzian 407
Rezbanyit 63, 148
Richellit 410
Richterit 708
Riekardit 58, 74
Riebeckit 521, 533, 791
Rinneit 262
Ripidolit 582
Risörit var. fergusonit 241
Rittingerit sin. xantoconit
Röblingit var. haüyn 620
Rockbridgeit 408
Rodizit 328, 333
Rodocrom sin. kommererit
Rodocrozit 276, 287, 779, 791, 799
Rodonit 469, 504, 778, 791, 799
Romboclaz 346
Römerit 348
Rooseveltit 405
Rosasit 277, 312
Roscherit 410
Roscoelit var. muscovit 563, 801
Roselit 406
Rösslerit 405
Roweit 328, 340
Rubelan var. biotit 575
Rubinglimmer var. lepidocrocit 205
Russellit 155
Ruteniu newjanskit 799
Rutherfordit 277, 317
Rutil 154, 180, 764, 773, 791, 800

S

Sacsen var. casiterit 185
Safflorit 60, 111, 797.
Safirin var. calcedonie 157, 639
Sagenit var. rutil 180
Sahlinit 406
Saleeit 410
Salesit 341, 342
Salit 510
Salmiac 260
Salmonsit 406
Salpetru de amoniu sin. nitrommit
Salpetru de Chile sin. salpetru de sodiu
Salpetru de potasiu sin. nitrokalit
Salpetru de sodiu sin. nitronatrit
Samarskit 158, 253, 783
Samiresit var. betafit 256
Sampleit 410
Samsonit 61, 133
Sanidină 587, 594, 793, 794
Sanmartinit 391, 395
Saponit 539, 791, 784
Sarcopsit 408
Sardonix var. calcedonie 639
Sarkinit 408
Sarmientit 411

Sartorit 63, 149
Sassolit 156, 212, 778, 784
Sauconit 539
Scacchit 260
Scapolit 622, 791
Schairerit 348
Scheelit 391, 395, 673, 763, 801
Schefferit var. hedenbergit 512
Schirmerit 62, 139
Schoepit 155, 198
Schorlomit var. granat 477
Schorlit var. turmalină 499
Schreibersit 29, 41
Schröckingerit 276, 308, 784
Schultenit 404, 411
Schwartzembergit 341, 343
Schwartzit var. tetraedrit 130, 799
Scolecit 587, 627, 784
Scolit var. glauconit 570
Scorodit 406, 429
Scorzalit 409, 446
Seamanit 328
Seladonit var. glauconit 570, 791
Seleniu 29, 46
Selentelur 29, 46
Selenolit 155, 191
Seligmannit 61, 137
Sellait 260
Semseyit 62, 147
Senait 154, 175
Senarmontit 154, 176
Sepiolit 540, 555, 784
Sericit 791
Serpentină 540, 780, 791, 784
Serpierit 349
Serpophit var. serpentină 540
Sfalerit sin. blendă
Sfen 468, 487, 677, 778, 791
Sharpit 277, 317
Sheridanit
Shortit 276
Sicklerit 404
Siderazot 29
Siderit 275, 285, 773, 779, 791, 793, 798, 784
Siderofilit
Sideronatrit 349
Siderotil 347
Siegenit 59, 97, 763, 797
Sillenit 155, 192
Sillimanit 468, 482, 773, 791, 793, 796
Silvanit 69, 118, 762, 796, 800
Silvină 260, 264, 782, 791, 793, 784
Simpsonit 157, 245
Sinadelfit 406
Sinchisit 277
Siphyt var. fergusonit 241
Sîserskit 29, 37, 799
Sjögrenit 156, 210
Skutterudit 60, 119, 763
Skogbolit
Slavikit 350
Smaltină 60, 119, 797
Smaragdit var. actinot 525
Smithit 62, 141
Smithsonit 276, 290, 779, 791, 797, 801
Soda sin. natron
Sodalit 587, 618, 791
Souzalit 409
Spangolit 349, 380
Spat de Islanda 284
Specularit var. hematit 170
Spencerit 409
Sperrylit 60, 106, 799
Spessartin 468, 477, 791
Spinel 156, 221, 773, 780, 781, 791, 793
Spodumen 506, 516, 778, 781, 782, 791, 798
Spurrit 778
Stainierit 155, 208
Staniu 29, 42
Stannin 58, 83, 763, 780, 800
Stassfurtit var. boracit 340, 669
Staurolit 468, 486, 773
Steatit var. talc 791
Stefanit 61, 123, 796, 784
Stercorit 405
Sternbergit 59, 92
Sterrettit 410, 453
Stevensit var. montmorillonit
Stewartit 406
Stibiconit 155, 192
Stibină 59, 99, 762, 796
Stibiocolumbit 157, 243
Stibiopalladinit 57, 66
Stibiotantalit 157, 243
Stibiu sin. antimoniu
Stichtit 155, 209
Sticlă vulcanică 794
Stilbit 588, 629, 789, 784
Stilotipit 61, 126
Stilpnomelan 541, 578
Stishovit 641, 793
Stolzit 391, 399
Strengit 406, 428
Stromeyerit 58, 71, 762, 780
Strontianit 276, 296, 778, 779, 791, 800, 784
Struvit 405, 420, 784
Sulf 29, 48, 792, 794, 800, 784
Sulfoborit 328
Sulfohalit 348
Sulvanit 61, 130
Susannit 277
Sussexit var. ascharit 328, 339
Svabit 408
Svanbergit 411
Swartzit 276
Symplesit 406, 427
Syngenit 346, 368
Syntagmatit var. hornblendă
Szaibelyit sin. ascharit
Szaskait var. smithsonit
Szmikit 347, 367
Szomolnokit 347, 367

T

Tagilit 409, 448
Tahihidrit 261, 273
Talc 540, 559, 780, 791, 793, 784
Tamarugit 347
Tantalcarbid 29
Tantalit 158, 250, 800
Tapiolit 158, 246
Tarapacait 387
Taranakit 411
Tarbuttit 408
Tauriscit 347
Tavistockit 408
Taylorit 346
Tealit 62, 142
Teepleit 328
Tefroit 468, 473, 778
Teluriu 29, 47
Telurit 155, 191
Telurobismutină 57
Tennantit 61, 128, 763, 796, 798, 784
Tenorit 154, 165, 763
Terlinguait 260
Termonatrit 275, 304
Teschemacherit 275
Tetradimit 57, 63, 762
Tetraedrit 61, 128, 763, 780, 796, 798
Tharohumit var. thorit 476
Thenardit 346, 352, 778, 781, 782, 784
Thomsonit 588, 627, 791, 784
Thoreaulit 158, 255
Thomsenolit 262
Thorianit 155, 196, 764
Thorit 468, 476, 800
Thorotungstit 391
Thortveitit 468, 487
Thuringit 541
Tiemannit 58, 81
Tihit 277, 800
Tilasit 407
Tincalconit 328
Tinticit 410
Titanaugit 513
Titanit sin. sfen
Titanomagnetit var. magnetit 225, 781, 801
Todorokit 155, 185
Topaz 468, 481, 782, 791
Torbernit 410, 453, 672
Torreyit 349
Tremolit 521, 524, 791, 793, 794
Trevorit 156, 224
Tricalcit 406
Tridimit 639, 781, 791, 793, 784
Trifilit 404, 413, 798
Trihidrocalcit 276, 305
Triplit 408
Triploidit 408, 434
Trögerit 410
Troilit 87, 794
Trona 275, 278, 784
Trudellit 262
Tschermakit 521, 527
Tsumebit 409
Tungstenit 60, 117
Tungstit 155
Turanit 407
Turcoază 410, 451, 673
Turmalină 469, 499, 773, 791, 784
Tyrolit 409
Tyuyamunit 410, 455

U

Ulexit 328, 335, 784
Ullmannit 60, 110, 763
Ulvöspinel 156, 225
Umangit 58, 72
Ungemachit 349
Uraninit 155, 194, 764, 783
Uranocircit 410
Uranofan 801
Uranopilit 349, 381
Uranoon var. thorianit 196
Uranopiroclor var. piroclor 239
Uranosferit 155, 200
Uranospinit 410
Uranothorit var. thorit 476
Uvarovit 468, 477, 791

V

Valentinit 154, 177, 781, 796
Valit sin. vermiculit
Valleriit 59, 88, 780
Vanadinit 408, 444, 673, 801
Vandenbrandit 155, 200
Vanoxit 155
Vanthoffit 346
Variscit 406, 428
Varulit 404
Vashegyit 411
Vaterit 276, 292
Vauquelinit 387, 389
Vauxit 410
Veatchit 328
Vermiculit 540, 556, 791, 784
Vernadskit 349
Veszelyit 409, 448
Vezuvian 469, 495, 791
Villiaumit 260, 265
Violarit 59, 97
Viridin var. andaluzit 482
Vishnevit 587, 622
Vivianit 406, 423, 672, 784
Voglit 276, 784
Voigtit var. biotit
Volborthit 407
Volkonskoit var. montmorillonit 549
Voltait 347
Voltzit 58, 86
Vrbait 63, 800

W

Wad 155, 184
Wagnerit 408

Waltherit 277
Walpurgit 407
Wardit 409
Warwickit 328, 331
Washingtonit var. ilmenit
Wateevilleit 346
Wavellit 410, 452, 673
Weberit 262
Weibullit 63
Weinschenkit 406
Wehrlit 57, 64
Weissit 58, 74
Wherryit 350
Whitlokit 405, 415
Wilkeit 408
Willemit 468, 476, 778, 801
Wiluit var. vezuvian 495
Witherit 276, 295, 778, 779, 781, 796, 784
Wittichenit 61, 127
Wittit 62
Wolfachit 60
Wolfeit 408, 434
Wolframit 391, 392, 763, 801
Wollastonit 469, 503, 781, 791, 793
Woodhouseit 411
Woodwardit 349
Wulfenit 391, 398, 778
Wurtzit 58, 85, 792, 794, 784

X

Xanthotitan var. sfen
Xantoconit 61, 126
Xantofilit 540, 576
Xantoxenit 410

Xenotim 405, 416, 672, 797

Y

Ytrocrasit 158, 249
Ytrotantalit 157, 241

Z

Zaratit 276, 310, 784
Zeoliţi 587, 624
Zeunerit 410
Zinc 29, 42, 794
Zincaluminit 349
Zincit 154, 164, 762
Zinkenit 63, 149, 762
Zinnwaldit 540, 568, 791, 798, 784
Zippeit 349
Zircon 468, 474, 773, 778, 783, 791, 801
Zirkelit 157
Zirklerit 261
Zoizit 469, 490

